<36603667510014

Geschichte

der

Physik

seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften
bis auf die neuesten Zeiten

von

Johann Carl Fischer,

der Philosophie Prof. zu Jena und verschied. gelehrten Gesellschaften
Ehrenmitgliede.

Fünfter Band.

Mit zwey Kupfertafeln.

Göttingen,

bey Johann Friedrich Röwer.

1804.

Geschichte
der
Künste und Wissenschaften
seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende
des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Gesellschaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geschichte der Naturwissenschaften.
I. Geschichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fischer.

Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

Geschichte
der
Künste und Wissenschaften
seit der Wiederherstellung derselben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Gesellschaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Sechszehnte Lieferung;
enthält
Geschichte der Philosophie
von
Johann Gottlieb Buhle.
Sechsten Bandes Erste Hälfte.

und

Geschichte der Physik
von
Joh. Carl Fischer.
Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

An die

Herren Pränumeranten

der

Geschichte

der

Künste und Wissenschaften.

Nach der bey der 15ten Lieferung abgelegten Berechnung soll die 16te Lieferung bestehen aus . . 78½ Bogen.

Ich liefere davon jetzt:

Buhle Gesch. d. Philos. 6. Bd. 1. Hlfte .	31½ Bogen.
Fischer Gesch. d. Physik. 5. Bd. (m. 2. Kpf.)	63 Bogen.
Summa	94½ Bogen.

Mithin wird die folgende (17te) Lieferung, welche zu Ostern ausgegeben werden wird, aus 76 Bogen bestehen müssen.

Göttingen am 1. Octob. 1804.

J. F. Röwer.

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme.

Wesen der Wärme.

Verschiedene Physiker hatten mit Newton das Wesen der Wärme in eine schwingende Bewegung eines ätherischen Mittels gesetzt. Gegen diese Meynung macht aber Nollet [a]) diesen nicht ganz ungegründeten Einwurf: eine jede Bewegung werde desto langsamer, schwächer und unmerklicher, je größer die Masse sey, durch welche sie sich vertheile; dagegen verbreite sich das Feuer mit gleicher Stärke seiner Wirkungen aus den geringsten Massen in die größten, und könne die größten Feuersbrunsten zuwege bringen, wenn es auch nur aus einem Fünkchen glimmender Asche entstanden sey. Euler [b]), welcher sonst das Cartesianische System mit vielem Eifer vertheidigt, findet diesen Einwurf so stark, daß er es für nothwendig hält, ein eigenes Feuerwesen anzunehmen.

Auch

a) Leçons de phyſ. experim. leçon XIII. ſect. I.

b) Diſſ. de igne im Recueil des pièces, qui ont remporté le prix à l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1738.

Auch Boerhaave [c]) nimmt einen eigenen Stoff der Wärme an, welchem er den Nahmen des Elementarfeuers beylegt. Nach ihm ist dieser Stoff elementarisch von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenschaften, welcher weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neue hervorgebracht werden kann. Seiner Meynung nach ist diese Substanz in allen Körpern, in den dünnsten sowohl als in den dichtesten befindlich, und durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet. Die Verbindung dieses Elementarfeuers mit den übrigen Stoffen, so wie die Befreyung und Erregung desselben erklärt er bloß mechanisch durch Stoß und Bewegung, läßt die Anhäufung davon, oder die Wärme, durch Verdichtung des Sonnenfeuers, oder durch Reiben und heftige Erschütterungen der Körpertheilchen erfolgen. Sonst bleibt das Elementarfeuer völlig verborgen, und äußert sich nur durch seine Wirkungen, nämlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnung der Körper und Verbrennung. Nach Beschaffenheit der Umstände äußern sich bisweilen alle diese Wirkungen auf einmal, bisweilen nur einige allein. Daher empfinden wir oft Licht ohne Wärme, wie bey den Phosphoren, faulem Holze u. s. bisweilen Wärme ohne Licht, wie bey heißen Körpern, welche noch nicht glühen. Keine Wirkung dieser Art aber kann entstehen, wenn nicht das Elementarfeuer aus seinem natürlichen Gleichgewichte gesetzt, und in einen engern Raum, als vorher, gebracht wird. Dieß kann auf eine doppelte Art geschehen, entweder dadurch, daß die Theilchen des Elementarfeuers in gerade Linien oder Strahlen geordnet werden, welches die Wirkung der leuchtenden Körper ist, oder durch eine wirkliche Verdichtung,

c) Element. chemiae. T. I. cap. de igne.

tung, dergleichen durch das Reiben der Körper an einander entsteht.

Ueberhaupt besitzt das Elementarfeuer nach Boerhaave folgende Eigenschaften:

1. durch Vermischung verdünnt es alle uns bekannte Körper, feste, flüssige, und durch Mischung derselben erzeugte.

2. Diese Eigenschaft ist bloß dem Elementarfeuer eigen, und bey keinem andern Körper anzutreffen.

3. Das Elementarfeuer ist allenthalben gegenwärtig, sowohl im vollen, als im völlig leeren Raume; mithin ist kein wärmeleerer Raum physisch gedenkbar.

4. Das Elementarfeuer ist an allen Orten so lange gleichförmig vertheilt, so lange keine besondere Ursache vorhanden ist, die es sammelt.

5. Die Hauptursache, wodurch das Elementarfeuer angehäuft wird, ist das Reiben der Körper an einander.

6. Das Elementarfeuer bewegt sich nach allen möglichen Richtungen hin, oder besitzt ein ihm eigenes Ausdehnungsvermögen.

7. Indessen kann es so bestimmt werden, daß jene Bewegung in paralleler Richtung erfolgt, oder nach convergirenden Linien geschieht, welches leztere die gemeinste Art ist, das Elementarfeuer wieder zu sammeln.

8. Die Ursache aber, welche die Theilchen des Elementarfeuers in den Parallelismum bringt, ist die Sonne.

9. Die Ursache hingegen, welche die Strahlen in einen kleinen Raum zusammenbringt, ist entweder die Zurückwerfung, oder die Brechung.

10. Durchs Schlagen eines Stahls an einen Feuerstein zeigt sich das Elementarfeuer als wirkliches Feuer in einem Augenblicke auch an der kältesten Stelle.

11. Im Zustande des Gleichgewichts bleibt das Elementarfeuer mit den Körpern vereinigt, und ist alsdenn der Dichtigkeit der Körper proportional.

12. Doch ist aber kein Körper bekannt, welcher das einmal aufgenommene Elementarfeuer beständig zurückhalten könnte.

Die Schwere des Elementarfeuers hat Boerhaave bezweifelt, weil es im ganzen Weltraum gleichförmig verbreitet sey, da es sich durch die Wirkung der Schwere um die Weltkörper herum würde verdichten müssen. Es sey daher glaublich, daß es bloß Elasticität besitze, und nach keiner Gegend besonders getrieben werde. Daß das Elementarfeuer nicht schwer sey, sucht Boerhaave noch durch folgenden Versuch zu erweisen. Er nahm ein eisernes Parallelepipedum, welches kalt an einer sehr genauen Wage gewogen 5 Pfund 8 Unzen schwer war. Hierauf ließ er es in Kohlenfeuer durchaus glühen, und fand sein Gewicht in diesem Zustande nicht im geringsten vermehrt. Nachdem es nun binnen 24 Stunden an der Wage gehangen und wieder erkaltet war, konnte er weder eine Gewichtszu- noch Abnahme bemerken. Dagegen haben aber andere Versuche zu beweisen geschienen, daß der Wärmestoff vielmehr eine negative Schwere besitze. So fand schon Candidus Buono zu Florenz, wie im 1ten Theile angeführt worden, daß die Schale einer empfindlichen Wage leichter werde wenn

wenn man ihr ein glühendes Eisen nähere, das Eisen mag über oder unter die Wagschale gehalten werden. Kraft erklärt dieß aber sehr gut aus der Expansion der Wagschale durch die Hitze, wobey sie mehr Luft, als vorher, aus der Stelle treibt, also mehr am Gewichte verliert, und Musschenbroek bestreitet dergleichen Abwägungen aus dem Grunde, weil ein Körper, den man einmal kalt das anderemal heiß wägt, das erstere mal in dichterer, das anderemal in dünnerer Luft gewogen wird, und also schon darum das letztemal schwerer scheinen muß. Selbst Boerhaave bemerkte, daß von zweyen gleichwiegenden Metallstäben der eine leichter werde, wenn man eine glühende Kohle über ihm, schwerer, wenn man sie unter ihm halte. Dennoch glaubte Buffon in großen Massen Eisen, welche zum Weißglühen gebracht und geschmiedet wurden, eine Gewichtszunahme zu finden.

Uebrigens ließ Boerhaave sein Elementarfeuer in die Zwischenräume der Körper ungehindert und ohne gegenseitige Wirkung eindringen, und glaubte, daß es die ersten Grundkörperchen oder Atomen gar nicht angreife. Er nahm daher nicht an, daß der Wärmestoff chemisch auf die Körper wirke, vielmehr war er der Meynung, daß seine Wirkung bloß auf eine mechanische Art erfolge.

Thermometer, Pyrometer nebst der freyen, fühlbaren oder thermometrischen Wärme.

Um die Zeit, da die Fahrenheitschen Thermometer allgemeiner wurden, gab der Herr von Reaumur [d]) eine ganz neue Einrichtung eines Weingeistther-

d) Regles pour construire des thermomètres, dont les dégrés soient comparables in den Mém. de l'Acad. de Paris 1730. 1731.

thermometers an. Er verdünnte Weingeist, welche
Pulver zündete, mit $\frac{1}{5}$ Wasser, damit er die Fähig
keit erhalten möchte, etwas mehr Hitze ohne Koche
anzunehmen. Zum untersten Punkte nahm er denj
nigen an, bey welchem der Weingeist steht, wenn di
Kugel der zum Gefrieren des Wassers hinreichende
Kälte ausgesetzt ist. Diesen Punkt bestimmte er au
folgende Art: er versenkte die Kugel in Wasser, we
ches durch eine um das Gefäß gelegte Mischung von
geschabten Eise und Salze zum Gefrieren gebrach
ward; welches der jetzt allgemein bekannte natürlich
Eispunkt, Gefrierpunkt, Aufthauepunkt (punctum
congelationis s. regelationis) ist. Diesen Punkt b
zeichnete er mit Null, und nahm das Volumen de
Weingeistes, wenn es bis dahin reichte, für 1000 an
Nun hatte er genau bestimmt, wie viel jedes Tau
sendtheilchen dieses Volumens in der Röhre Raum
einnehme, indem er nämlich die Kugel und Röhre de
Thermometers vermittelst kleiner gläserner Maaße m
Wasser anfüllte. Da er nun gefunden hatte, daß si
sein verdünnter Weingeist bis zur größten Hitze, d
er im kochenden Wasser anzunehmen fähig war, u
80 Tausendtheile des erwähnten Volumens ausdehn
so erstreckte er sein Thermometer bis auf den 80t
Theil über Null, füllte es im gefrierenden Wasser b
an den Eispunkt an, ließ den Weingeist im siedend
Wasser bis zum 80ten Grad steigen, und sigillirte i
diesem Zustande das obere Ende der Röhre hermetisc

Dieses Thermometer wurde in Frankreich u
Italien mit vielem Beyfall aufgenommen. Alle
Martine[e]), Desaguliers[f]) und Mussche
broe

e) Essay medical and philosophical. Lond. 1740. 8.
200. sqq.

f) Course of experim. philos. Lond. 1744. 4. Vol. II. p. 29

broek[g]) haben doch den Quecksilberthermometern einen großen Vorzug vor den Weingeistthermometern deßwegen gegeben, weil der Weingeist mit der Zeit sehr viel von seiner Flüssigkeit verliere, und immer weniger von demselben Wärmegrade ausgedehnt werde, je älter er geworden. Dagegen sey das wohlgereinigte Quecksilber diesen Aenderungen gar nicht unterworfen. Ueberdem tadelt Martine auch, daß die Kugeln der Reaumurischen Thermometer allzugroß ausfallen, daher die Menge ihres Liquors die äußere Wärme nicht geschwind und gleichförmig genug annimmt. Nollet[h]) aber rühmt die Reaumurische Einrichtung außerordentlich, wenigstens in Absicht des gemeinsten meteorologischen Gebrauchs. Es fällt ihm schwer, mit Halley und Mußchenbroek zu glauben, daß die Kraft sich auszudehnen, und wieder zu verdichten, bey dem Weingeist sich mit der Zeit vermindern sollte. Er hat mit verschiedenen Thermometern 15jährige Versuche angestellt, und keine Veränderung bemerken können. Ueberdem führt er das auf dem königlichen Observatorio seit mehr als 40 Jahren befindliche de la Hirische Thermometer, als ein Beyspiel an, und versichert, man habe dergleichen Veränderungen daran noch nicht wahrgenommen. Indessen hat de Lüc[i]) weit wichtigere Mängel an dem Reaumurischen Thermometer entdeckt, welche es, so wie die Weingeistthermometer überhaupt, zu richtigen Bestimmungen untauglich, oder wenigstens sehr unbequem

g) Essai de physique. Leid. 1751. T. I. p. 457. und Introductio ad philos. natur. T. II. §. 1567. 1570. sqq.

h) Leçons de physique exper. T. IV. lect. XIV.

i) Untersuch. über die Atmosphäre. Th. I. S. 554. u. f.

bequem machen, und welche nachher angeführt wer-
den sollen.

Man bemerkte daher gar bald, daß zwische
dem Reaumurischen und Fahrenheitischen Thermomet
keine Uebereinstimmung statt fand, und Reaumur
selbst sagt, um zusammenstimmende Werkzeuge beyd
Art zu haben, müsse man das Quecksilberthermomet
nach dem seinigen graduiren. Nach Nollet's E
fahrung sollen 10 Reaum. Grade $10\frac{2}{3}$ Fahrenh. glei
seyn; allein dieß trifft, wie man bald wahrnahı
nur in der Nähe des Eispunktes zu.

Was aber noch mehr Verwirrung verursach
war dieß, daß man sich nun auch verstattete, Th
mometer mit Quecksilber, auf welchen man Eispun
und Siedpunkt des Wassers bestimmt hatte, zwisch
diesen Punkten in 80 Theile zu theilen, und Reaum
rische Thermometer zu nennen, gerade, als wenn
mit den Reaumurischen Weingeistthermometern völl
übereinstimmten. Gleichwohl ist es nicht allein
Frankreich, sondern auch in andern Ländern allgem
in Gebrauch gekommen, die Eintheilung von 80 Gr
den zwischen dem Eis- und Siedpunkte am Queck
berthermometer beyzubehalten, und selbigem Rea
murs Nahmen beyzulegen. Hieraus entsteht off
bar ein Zweifel, wenn von einer angeführten Beoba
tung mit dem Reaumurischen Thermometer die R
ist, ob der Beobachter, wenn er es nicht ausdrückl
anführt, ein Weingeist- oder ein Quecksilberthermom
ter gebraucht habe. Daß aber beyderley Grade,
sonders bey großer Hitze oder Kälte, sehr weit von e
ander abweichen, beweisen schon Maupertuis
fahrungen, welche er mit zwey solchen Reaumurisc
Th

k) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1739.

Thermometern in Lappland gemacht hatte. Am 3ten Dec. 1736. stand der Weingeist auf 18, das Quecksilber auf 22 unter Null; am 2ten Jan. 1737. jener auf 25, dieser auf 29; am 6ten Jan. stand der Weingeist auf 29 Grad, das Quecksilber bey 37; am Morgen darauf war jener gefroren, und hatte sich dabey bis zum Punkte der Temperatur in den Kellern der Pariser Sternwarte ausgedehnt. Die Herrn von Reaumur und Nollet versendeten zwar auf Bestellung Thermometer von beyderley Art, welche in der That mit einander übereinzustimmen schienen. Ein Paar solche erhielt Haubold [l]) in Dresden, welche er sowohl in den gewöhnlichen Temperaturen, als auch beym Eis- und Siedpunkte, wirklich übereinstimmend fand. Bey genauerer Untersuchung aber entdeckte er mit Verwunderung, daß auf dem Quecksilberthermometer die ersten 40 Grade über der Null im Verhältnisse 8:9 kleiner gezeichnet waren, als die 40 obern, und die unter Null, so daß neben der Null zwey ganz ungleiche Grade unmittelbar neben einander standen. Im Wasser, das nach und nach erwärmt ward, stieg auch der Weingeist schneller, als das Quecksilber, dagegen war er in der Kälte träger und blieb zurück. Daher ist es denn auch gekommen, daß man eine sogenannte Reaumurische Skale von 90 Graden hat. In einer Vergleichungstabelle giebt Braun [m]) dem Reaumur esprit-devin 80, und dem Reaumur-mercure 93 Grade. Solche Abänderungen, und geflissentlich verborgene fehlerhafte Abtheilungen der Quecksilber-

l) Diss. de thermometro Reaumuriano. Lips. 1771. 4. §. IX.

m) Nov. comment. Petropol. T. VII.

silberthermometer verdienen in der That Reaumur's Nahmen nicht.

Durch sehr mühsame Untersuchungen hat endlich de Lüc eine genaue Vergleichung des wahren Reaumurischen Weingeistthermometers mit dem Quecksilberthermometer von Graden zu Graden zu Stande gebracht, wovon folgende Tabelle ein Auszug ist:

	Quecksil. Therm. von 80 Grad.	Reaum. Weingeistthermom.
Siedpunkt des Wassers	80 Gr.	100,4 Gr.
	70 -	85,2 -
Siedp. d. Reaum. Weing. Therm.	66,6 -	80 -
	60 -	70,8 -
	50 -	56,8 -
	40 -	44,2 -
	30 -	32,6 -
Wärme des menschl. Körpers	29,9 -	32,5 -
	20 -	21,1 -
	10 -	10,6 -
Temperat. der Kell. der Sternw.	9,6 -	10,25 -
Zergehendes Eis	0 -	0,8 -
Null des Reaum. Thermom.	0,8 -	0 -
	10 -	8,5 -
	15 -	13,1 -
2 Theile zergeh. Eis 1 Theil Salz	17 -	15 -

Hieraus erhellt deutlich, wie nöthig es sey, beyderley Thermometer genau zu unterscheiden. Unter den ältern Beobachtungen giebt es viele, welche ganz auffallend und unerklärbar bleiben, indem es nicht bestimmt angegeben ist, nach welchem Thermometer sie sind angestellt worden.

Uebrigens hat selbst Reaumur Weingeist von verschiedener Güte gebraucht, namentlich eine Sorte, dere

deren Volumen im gefrierenden Wasser 400, im sie-
denden 437 Theile hielt. Diese Zahlen verhalten sich
wie 1000 : 1090¼, daß also ein Thermometer mit die-
sem liquor gefüllt, selbst nach Reaumür's eigent-
lichen Grundsätzen, 90¼ Grade bekommen mußte.

Im Jahr 1733 legte de l'Isle [n]) der Akade-
mie zu Petersburg ein Quecksilberthermometer vor,
dessen Einrichtung von einem einzigen festen Punkte,
dem Siedpunkte des Wassers, und dem Verhältnisse
der Verdichtung durch die Kälte abhieng. Zu dem
Ende setzte er die Null an den Siedpunkt, und zählte
die Grade, welche Hunderttausend- oder Zehntausend-
theilchen des ganzen Volumens vorstellen sollten, von
oben herab. Seiner Vorschrift zu Folge werden die
Grade des Thermometers auf folgende Art bestimmt:
Man füllt Kugel und Röhre mit wohl gereinigtem
Quecksilber bis an das äußerste Ende der Röhre an.
Bey dieser Arbeit muß man sich in einem Zimmer be-
finden, und man muß sie zu einer solchen Zeit vor-
nehmen, daß man versichert seyn kann, die Tempera-
tur der Luft werde sich in der kurzen Zeit nicht merk-
lich ändern, die zu der ganzen Arbeit nöthig ist. Ist
nun das leere Thermometer vor dem Füllen gewogen
worden; und man wiegt das mit Quecksilber angefüll-
te, so kennt man das Gewicht des in demselben befind-
lichen Quecksilbers. Endlich bringt man das Ther-
mometer nach und nach in die Hitze des siedenden Was-
sers, fängt mit aller Sorgfalt das aus der Röhre
heraustretende Quecksilber auf, und wiegt es gleich-
falls. Wenn nun das Quecksilber, nachdem das Ther-
mome-

n) Mémoir. pour servir à l'histoir. et aux progrès de
l'Astron. et de la geographie phys. à St. Petersbourg
1738. 4. p. 267.

mometer in die vorige Temperatur gebracht worden, bi
in (fig. 1) h fällt, so weiß man das Verhältniß d
Räume ah und ad, welches mit dem Verhältnis
der in diesen Räumen bey gleicher Temperatur befin
lich gewesenen Gewichte des Quecksilbers einerley is
Folglich läßt sich durch die Regel Detri finden, w
viele solcher Theile der Raum ah enthält, dere
10000 den Raum ad ausmachen. In eben so vie
Theile nun, als man durch die Regel Detri für de
Raum ah herausgebracht hat, wird dieser Raum ei
getheilt, und man schreibt oben bey a die Null. Di
se Theile trägt man auch unter h so weit fort, so we
man es für nöthig findet. Auf solche Art zeigt nu
das Thermometer jedesmahl, um wie viele Zehnta
sendtheile seiner ganzen Masse das mit dem siedende
Wasser gleich stark erhitzte Quecksilber, von einer Wä
me verdichtet werde, die geringer, als die Hitze de
siedenden Wassers ist.

Diese Methode setzt voraus, daß sich die äußer
Temperatur während der Arbeit nicht ändere, ode
daß sie wenigstens in den beyden Zeitpunkten gleic
sey, da die volle Röhre gewogen, und da der leer
Raum bestimmt wird. Weitbrecht wählte zu se
nen sehr genauen Versuchen dieses Mittel, daß er di
Kugel in den beyden angeführten Zeitpunkten in da
Wasser der großentheils gefrornen Neva setzte. Gleic
wohl haben die Versuche mehrerer Physiker nicht gar
gleiche Resultate gegeben. Die Zusammenziehung de
Quecksilbers vom Siedpunkte bis zur Temperatur de
zergehenden Eises betrug zwischen 148,2 und 161,
Zehntausendtheile. De l'Isle hatte 153 angenom
men, bey der Eintheilung selbst aber die runde Zah
150 gewählt, welche Einrichtung der de l'Islische
Skale noch jetzt gewöhnlich ist.

Es ist sehr schwer, ein genaues Thermometer nach dieser Methode zu verfertigen. Soll es richtig ausfallen, so muß es sehr groß seyn, welches die Empfindlichkeit hindert. Auch wollte de l'Isle auf diese mühsame Art nur Normalthermometer verfertigen, und die übrigen bloß durch Vergleichung mit jenem graduiren. De Lüc macht die Bemerkung, daß die Verschiedenheit der Resultate über den Eispunkt bey diesem Thermometer, von der Ausdehnung des Glases herrühre, deren Größe bey jeder Glasart eine andere ist. Dieser Umstand, sagt er, mache alle Einrichtungen unsicher, welche sich auf Verhältnisse der Grade zum ganzen Volumen beziehen, und nöthige uns daher, die Skale der Thermometer mit Newton und Fahrenheit nicht auf einen einzigen, sondern auf zwey feste Punkte der Wärme zu gründen.

Außer diesen angeführten Einrichtungen hat man unzählbare Abänderungen der Skalen und andere Vorschläge gemacht, welche alle anzuführen der Mühe nicht werth wäre.

Die vorzüglichsten im Gebrauche gewesenen Weingeistthermometer sind folgende: In England graduirte man die Thermometer lange Zeit nach einem bey der königlichen Societät aufbewahrten Normalthermometer, dessen Grade von oben herab gezählt waren. Bey Null stand sehr warm, bey 25 warm, bey 45 gemäßigt, bey 65 Gefrierung. Martine fand die Null mit 89 nach Fahrenheit, und $34\frac{1}{2}$ Grad mit 64 nach Fahr. übereinstimmend.

Auch die in den Englischen Gewächshäusern üblichen Fowlerischen Thermometer werden nach einem Normalthermometer graduirt. Ihre Null steht bey der Temperatur der Luft, wenn es weder kalt noch

warm

warm ist. Nach Martine stehen sie im zergehen-den Schnee auf 34 Grad unter Null, und bey Fah-renheits 64 auf 16 über Null.

D. Hales braucht in seinen Vegetable Statiks ein Thermometer, welches am Eispunkte auf Null, bey der Temperatur, in welcher geschmolzenes Wachs zu gestehen anfängt, auf 100 steht, welches nach Martine 142 Grad bey Fahrenh. ist.

In den Edinburghischen Medical Essays werden die Wetterbeobachtungen nach einem Thermometer angegeben, das von einem willkührlichen Punkte aus in Zolle und Zehntheile getheilt ist. Nach Martine steht es in zergehendem Schnee auf 8,2, bey der Wärme des menschlichen Körpers auf 22,2 Zoll.

Micheli du Crest °) aus Genf entwarf im Jahr 1740 den Plan einer neuen Einrichtung des Weingeistthermometers. Er nahm zwey besondere Materien der Wärme und Kälte an, deren Wirkungen sich im Innern der Erde völlig aufhöben, daher die Temperatur der Erdkugel bey ihm Null ist. Diese Temperatur bemerkte er in den Kellern der Pariser Sternwarte, glaubte, sie müßte an allen unterirdischen Orten eine und dieselbe seyn, und gab ihr den Nahmen: Gemäßigt (le temperé). Sein zweyter fester Punkt war die Siedhitze des Wassers. Damit der Weingeist genöthigt würde, diese anzunehmen, ohne daß er herausliefe, ließ er Luft über demselben un

o) Description de la methode d'un thermomètre universel. à Paris 1742. 8. Recueil des pièces sur les thermomètres et baromètres à Bale 1757. 4. Mich. du Crest kleine Schriften von den Thermom. und Barom. übers. von Thenn. Augsp. 1770. 8.

und schmolz oben eine kleine Kugel an, damit diese Luft beym höchsten Stande des Weingeistes nicht allzusehr zusammengedruckt würde. Auf solche Art half er einem der größten Fehler der vorigen Weingeistthermometer ab, in welchen der Liquor weit unter der Siedhitze des Wassers geblieben war. Den Raum zwischen beyden Punkten theilte er in 100 Grade der Wärme, und trug unter die Null gleiche Grade der Kälte.

Am Quecksilberthermometer machte der Professor **Christin** zu Lyon die Theilung des Raums zwischen Eis- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile. Indessen scheint **Christin** nicht sowohl auf diese zwey festen Punkte selbst, als auf das Ausdehnungsverhältniß des Quecksilbers gesehen zu haben, welches er zwischen beyden Punkten wie 66:67 annahm, so daß seine Grade eigentlich 6600 Theile des ganzen Volumens vorstellen sollen. **Celsius** p) aber, Professor in Upsala, hielt es mit Recht für besser, bloß auf zwey feste Punkte zu sehen, als auf Ausdehnungsverhältnisse Rücksicht zu nehmen, deren genaue Bestimmung sehr großen Schwierigkeiten unterworfen ist, und durch so mancherley Umstände verändert wird, daß man daraus keine allgemeine Norm für alle Thermometer ableiten kann. Daher nimmt er an, auf jedem Thermometer solle der Stand des Quecksilbers im zergehenden Schnee und im kochenden Wasser untersucht werden, und schlägt vor, den Raum zwischen beyden allezeit in 100 Grade einzutheilen. Hierin sind ihm die Schwedischen Gelehrten gefolgt, und man nennt diese bequeme Theilung in 100 Grade die Schwe-

p) Von zween beständigen Graden auf dem Thermometer in den schwed. Abhandl. 1742. S. 197.

Schwedische Skale, auch die Skale des Celsius oder Christin.

Ueberhaupt scheint man von dieser Zeit an die beyden festen Punkte ganz allgemein zur Norm angenommen zu haben. Man ist darüber einstimmig geworden, sie an jedem Quecksilberthermometer durch unmittelbare Versuche zu bestimmen, und ihren Abstand, den Fundamentalabstand, Fundamentalraum (distantia fundamentalis, intervallum fundamentale) in eine Anzahl gleicher Theile oder Grade zu theilen. Wie viel solcher Theile sind, und wie sie gezählt werden, ist an sich willkührlich. Außer den gewöhnlichsten und gebräuchlichsten Eintheilungen beym Fahrenheitschen, de l'Islischen, Reaumurischen und Schwedischen Thermometer hat man sich noch verstattet, den Thermometer fast zu jeder besondern Anwendung eine eigene Skale zu geben. So hat de Lüc zwey neue Skalen, eine zur Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme des Quecksilbers, die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft, vorgeschlagen. Die erste dieser Skalen muß wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnißmäßig verändert werden.

Von diesen angeführten Einrichtungen und ihrer Vergleichung finden sich sonst Nachrichten beym Leutmann[q]), Bülfinger[r]), Wargentin[s]), von Bergen[t]) und Hennert[u]).

Nac

q) Instrumenta meteorognosiae inservientia. Witteb. 1725.

r) De thermometris et eorum emendatione in Commen. Petrop. T. III. p. 196.

s) Schwedische Abhandl. 1749. S. 167.

t) Comment. de thermometris mensurae constantis. Norimb. 1757. 4.

u) Traité des thermomètres à la Haye. 1758. 8.

Nachdem Fahrenheit zu seinen Thermometern statt des Weingeistes das Quecksilber mit vielem Glücke gebrauchte, so erklärten sich auch einige der größten Naturforscher für diese Materie. Seitdem aber der Herr von Reaumur sein so sorgfältig graduirtes Weingeistthermometer einführte, theilten sich nun die Meynungen aufs neue, und ob man gleich in Holland und England die Fahrenheitsche Einrichtung beständig beybehielt, so ward doch Reaumur's Thermometer in Frankreich und Italien vorgezogen, und der Weingeist fand aufs neue an Michell du Crest einen eifrigen Vertheidiger. Dagegen hat aber de Lüc x) die weit überwiegenden Vorzüge des Quecksilbers überzeugend dargestellt.

Der erste und wichtigste Vorzug des Quecksilbers ist dieser, daß es unter allen bisher zum Thermometer gebrauchten Materien diejenige ist, deren Gang den Veränderungen der Wärme selbst am nächsten kömmt. Unter dem Ausdrucke Gang wird die Reihe der Ausdehnungen oder Verdichtungen verstanden, welche durch eine Reihe von Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme erzeugt werden. Diesen behaupteten Satz zu erweisen, nimmt de Lüc an, daß Materien, deren Volumen beym Gefrieren zunimmt, sich nicht proportional mit den Verminderungen der Wärme selbst verdichten können; und daß eben so wenig diejenigen Materien, die in der Hitze stark verdunsten, sich proportional mit den Ausdehnungen der Wärme selbst ausdehnen können. Denn was auch für eine Ursache der Ausdehnung beym Gefrieren statt ha-

x) Recherches sur les modifications de l'atmosphère. à Geneve. T. I. §. 410. s. sqq. der Uebersetz. S. 355. u. f.

haben möge, so fängt ihre Wirkung nicht im Augen-
blicke des Gefrierens selbst an; sondern ihr Einflu
zeigt sich schon lange vorher, und ist von dem erste
Grade der Verdichtung schon merklich. Die Ve
dichtungen solcher Materien werden abnehmend gefun
den, wenn man sie mit den Verdichtungen ander
Materien, die erst später gefrieren, vergleicht. E
wird z. B. reines Wasser von gleicher Kälte wenig
verdichtet, als gesättigtes Salzwasser, welches spät
gefriert; Baumöl, welches sich beym Gerinnen zusan
menzieht, wird stärker verdichtet, als rektificirter Wei
geist, der sich beym Gefrieren ausdehnt. Im Gege
theil muß auch die Ursache, welche zuletzt das Ve
dunsten und Kochen bewirkt, schon einige Zeit v
dem Verdunsten selbst wirken, und ihr Einfluß mu
die Ausdehnungen durch gleiche Wärmegrade stärk
machen, als sie sonst seyn würde. So sind au
wirklich die Ausdehnungen der Oele zunehmend,
Vergleichung mit den Ausdehnungen des Quecksilber
welches später kocht und verdunstet.

Aus diesen Betrachtungen folgert de Lüc, d
eine Materie, welche sehr spät verdunstet und koch
sehr spät gefriert, und sich beym Gefrieren nicht au
dehnt, sehr geschickt zum Wärmemaaße sey, nicht a
lein deßwegen, weil sie sich länger im Stande bef
det, große Grade der Kälte und Hitze anzugeben, so
dern vorzüglich deßwegen, weil sie mehr und länger, a
andere Materien, von den Einflüssen frey bleibt, w
che in der Hitze und Kälte den Gang unregelmäß
machen, und sein richtiges Verhältniß zu den eigent
chen Veränderungen der Wärme selbst stören.

Nun ist es aber bekannt, daß das Quecksil
später verdunstet und kocht, als alle andere gewöhnl

flüssigen Materien, und was sein Gefrieren anlangt, so leitet de Lüc aus Brauns Versuchen diese Folgerungen her, 1. daß es sich dabey nicht ausdehne, 2. erst bey einer ungemein großen Kälte gefriere 3. bis zum Gefrieren selbst sich regelmäßig verdichte. Zugleich macht auch de Lüc hiebey wahrscheinlich, daß die Ursache der Zusammenziehung beym Gefrieren plötzlich entstehe, und nicht so, wie die Ursache bey der Ausdehnung, schon vorher auf den Gang der Verdichtungen Einfluß habe, woraus denn folgt, daß eine Materie, deren Verdichtungen in Vergleichung mit allen andern zunehmend sind, in ihrem Gange den Verhältnissen der Veränderungen der Wärme selbst am nächsten komme. Daß nun das Quecksilber eine solche Materie wirklich sey, zeigt de Lüc in einer aus mühsamen Versuchen gezogenen Tabelle, wo der Gang eines Quecksilberthermometers mit dem Gange von sechs andern von Baumöl, Camillenöl, Quendelöl, Weingeist, Salzwasser und Wasser verglichen ist.

Hiernächst sucht de Lüc seinen Satz durch unmittelbare Erfahrungen zu bestätigen. Herr le Sage in Genf war darauf verfallen, mit der nöthigen Vorsicht das Thermometer in Mischungen von kaltem und warmen Wasser zu bringen, so wie schon Renaldini vorgeschlagen hatte, und dadurch ein äquidifferentiales Thermometer zu Stande zu bringen. Diesen Gedanken benutzte de Lüc sehr sinnreich. Er mischte gleiche Massen Wasser von ungleichen Temperaturen m, n zusammen, welche eine Mischung von der Temperatur $\frac{m+n}{2}$ geben müssen. Daß die Grade m, n nicht absolute Größen der Wärme ausdrucken, thut hiebey nichts. Denn man nehme an, die absoluten

luten Größen selbst wären $z + m$, $z + n$, so wir
nach derselben Regel die Wärme der Mischung wiede

um $z + \frac{m + n}{2}$ seyn; d. i. die Resultate bleiben d

nämlichen, nur daß überall noch einerley unbekannt
z hinzugefügt werden müßte, wenn man absolute Gr
ßen der Wärme haben wollte.

Wenn gleiche Massen von 6 Grad und von 7
Grad Temperatur nach dem Quecksilberthermomet
von 80 Graden vermischt werden, so sollte die Mi
schung 40,5 Grad haben; das Thermometer zeigte ab
nur 39,2 Grad. Hiebey war das heiße Wasser
das Gefäß des kältern gegossen worden. Um den Ei
fluß der Erkältung während des Zugießens, und d
Mittheilung der Wärme an das kältere Gefäß ausz
schließen, ward jetzt das kältere Wasser von 5,2 Gr
in das Gefäß des heißen von 75 Grad gegossen. D
Mischung sollte 40,1 Grad halten, das Thermome
zeigte aber nur 39,3.

Die wahre Wärme hiebey hatte um den halb
Unterschied der Temperaturen (34,9) abgenomme
das Quecksilber hatte sich um mehr, als den halb
Unterschied (nämlich um 75 — 39,3 = 35,7) v
dichtet, und ihm blieb für die andere Hälfte bis völ
zur kältern Temperatur weniger Verdichtung (n
39,3 — 5,2 = 34,1) übrig. Mithin zeigt sich
Gang des Quecksilbers bey gleichen Verminderung
der Wärme wirklich abnehmend. Dieß, sagt
Lüc, ist die stärkste Bestätigung des Satzes, daß d
Quecksilber in seinem Gange den Veränderungen
Wärme selbst näher kömmt, als andere Materi
Denn da sein Gang gegen Verdichtungen ande
Mc

Materien bey gleichen Verminderungen der Wärme gehalten, zunehmend, mit der Wärme selbst aber verglichen immer noch abnehmend ist, so müssen sich ja alle bisher versuchte Materien vom Gange der Wärme selbst noch mehr, als das Quecksilber, entfernen.

Herr de Lüc geht noch weiter. Die angeführten Versuche zeigen, daß die Gänge des Quecksilbers und der Wärme selbst nur wenig von einander abweichen. Nach einer muthmaßlichen Berichtigung wegen Erkältung beym Ausgießen, und wegen der Wärme des Gefäßes, war das mittlere Resultat, daß das Thermometer, das 39,3 zeigte, 40,3 müßte gezeigt haben, wenn seine Grade gleiche Theile der Wärme ausdruckten. Der Gang der Oele wich wiederum sehr wenig vom Gange des Quecksilbers ab, und die Vergleichung zeigte, daß das wesentliche Camillenöl bey der Temperatur der vorigen Mischung gerade eben so weit vom Quecksilber, als dieses von der Wärme selbst, abgieng. De Lüc nahm also den Gang des Oelthermometers in Vergleichung mit dem Quecksilberthermometer, für den Gang des letztern in Vergleichung mit der Wärme selbst an, und zog daraus nach wiederholter Prüfung durch mehrere Versuche folgende Tabelle, in der die unbekannt bleibende Wärme des zergehenden Eises durch z ausgedruckt ist.

Quecksilbertherm. von 80 Grad		Wirkliche Wärme	Unterschiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt	80 Grad -	z + 80,00	
	75 - -	z + 75,28	4,72
	70 - -	z + 70,56	4,72
	65 - -	z + 65,77	4,79
	60 - -	z + 60,96	4,81
	55 - -	z + 56,15	4,81

Quecksilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterschiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt 50 Grad -	z + 51,26	4,89
45 - -	z + 46,37	4,89
40 - -	z + 41,40	4,97
35 - -	z + 36,40	5,00
30 - -	z + 31,32	5,08
25 - -	z + 26,22	5,10
20 - -	z + 21,12	5,10
15 - -	z + 15,94	5,18
10 - -	z + 10,74	5,20
5 - -	z + 5,43	5,31
0 - -	z	5,43
		80,00

Das Verhalten der übrigen flüssigen Materi zu übersehen, dient folgende Tabelle, welche den Gr anzeigt, auf welchem die von ihnen verfertigten Th mometer stehen, wenn das von Quecksilber 38,6 Gr zeigt, mithin die wirkliche Wärme z + 40 ist. Au ist dabey das Verhältniß ihrer Verdichtungen vo Siedpunkte bis zu z + 40, und von da bis zu Eispunkte angegeben.

Materien des Therm.	Stand bey der Wärme z + 40	Verhältniß der V dichtung in der 1s und 2ten Hälft
Quecksilber - - -	38,6 - -	15 : 14
Baumöl und Leinöl -	37,8 - -	15 : 13,4
Camillenöl - - -	37,2 - -	15 : 13
Quendelöl - - -	37 - -	15 : 12,9
Gesättigt. Salzwasser	34,9 - -	15 : 11,6
Weingeist, der Pulver zündet - - -	33,7 - -	15 : 10,9
Wasser - - -	19,2 - -	15 : 4,7

W

Weil nun alles beym Thermometer auf eine gleichförmige und allgemein übereinstimmende Art der Verfertigung ankommt, wobey man von der Bedingung, die Theile der Skale gleich zu machen, nicht abgehen kann, so ist von selbst klar, daß man zum allgemein anzunehmenden Thermometer diejenige Materie wählen müsse, bey welcher gleiche Theile, so nahe als möglich, gleiche Aenderungen der Wärme bezeichnen. Die angeführten Versuche beweisen, daß diese Materie das Quecksilber sey.

Ein zweyter Vorzug des Quecksilbers ist dieser, daß es sich leichter, als andere Materien, von Luft reinigen läßt. Der Weingeist, welcher die Wärme des kochenden Wassers annehmen soll, muß entweder von Luft befreyet, oder durch zurückgelassene Luft im obern Theile der Röhre gedrückt werden. Das erste Mittel nach Durands Vorschlage ist mühsam, besonders bey engen Röhren; das zweyte, welches du Crest gebraucht, unsicher und unbestimmt. Alle Materien werden den Siedpunkt unrichtig zeigen, wenn sie nicht von Luft befreyet sind, welches bey Oelen, Salzwasser u. d. gl. äußerst schwer, beym Quecksilber aber durchs Kochen sicherer zu bewerkstelligen ist.

Drittens verträgt das Quecksilber nach de Lüc sehr große Grade der Hitze und Kälte, nämlich von + 275 bis — 261 der Skale von 80 Theilen.

Der vierte Vorzug des Quecksilbers ist dieser, daß es eine größere Empfindlichkeit zeigt, vermöge welcher es die Veränderungen der Wärme schneller, als andere Materien, annimmt. De Lüc setzt es sechsmal empfindlicher, als den Weingeist, und erklärt hieraus einen Theil des Unterschiedes, der sich zwischen du Crest's und seiner Tafel über die correspondiren-

den Grade des Weingeist- und Quecksilberthermometers zeigt.

Fünftens kann man das Quecksilber, wenn es gehörig gereinigt ist, als eine Materie von immer gleicher Beschaffenheit ansehen, so daß alle Quecksilberthermometer eben denselben Gang haben, dahingegen der Weingeist stets von anderer Güte und Beschaffenheit gefunden wird; daher der Gang der Weingeistthermometer beständig verschieden ist, wie auch die Erfahrung lehrt.

Du Crest tadelt am Quecksilber, es ziehe sich bey heftiger Kälte mehr zusammen, als es sich verhältnißmäßig in der Hitze ausdehne. Du Crest nimmt aber die Sache so, daß seine Temperatur der Erdkugel der Standpunkt ist, von welchem aus die Materie der Wärme und der Kälte gleiche oder verhältnißmäßige Ausdehnungen oder Verdichtungen bewirken sollen. Diese Gleichheit glaubt er nun beym Weingeist zu finden, beym Quecksilber aber nicht, wenn er die äußersten Temperaturen auf der Erde, die Wärme in Senegal und die Kälte in Kamtschatka, mit dem gemäßigten Mittel vergleicht. Allein du Crest's angenommene Vergleichungspunkte beruhen bloß auf einer leeren Hypothese, und de Lüc's Versuche zeigen im Gegentheil, daß zwischen Sied- und Eispunkt und bey minderm Grade der Kälte die Verdichtungen des Quecksilbers in Vergleichung mit der Wärme selbst keinesweges zunehmend, sondern nur weniger abnehmend sind, als die des Weingeistes.

Ob nun gleich de Lüc die Vorzüge des Quecksilbers vor dem Weingeiste überzeugend dargethan hat, so empfiehlt er doch selbst zum gemeinen Gebrauche bey Witterungsbeobachtungen die Weingeistthermometer

n

weil sie so wohlfeil, so leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm sind. Er will aber, daß sie nach einem Normalthermometer von Quecksilber graduirt werden, mithin ungleiche Grade bekommen sollen.

Da sich die Physiker ein= für allemal vereinigt haben, bey den gebräuchlichen Thermometern die Wärme des siedenden Wassers als den obern festen Punkt anzunehmen, so kömmt es vorzüglich auf gewisse Umstände beym Sieden des Wassers an, um diesen Siedpunkt bey allen Thermometern übereinstimmend zu finden.

Den Vorgang des Siedens beschreibt Musschenbroek y) auf folgende Art: Wenn das Wasser warm zu werden anfängt, so steigen anfänglich bloß Luftbläschen in die Höhe. Bringt man hierauf das Gefäß näher zum Feuer, so dringt es durch mehrere Zwischenräume des Bodens, und steigt in Gestalt dünner Fäden auf, welche die Durchsichtigkeit des Wassers in etwas trüben, aber sich doch durch die ganze Masse verbreiten. Endlich tritt das Feuer in größerer Menge unter der Form von flockigten Fäden ein, welche aber ungleichförmig aufsteigen, und aus kleinen Bläschen bestehen. Es durchdringt das Wasser, erhebt es, und bildet auf solche Art auf der Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis zuletzt die ganze Wassermasse in Bewegung gesetzt wird, und ihre Durchsichtigkeit beynahe gänzlich verliert. Musschenbroek sucht sich durch folgende Worte noch näher zu erklären. Er sagt, die am Boden sich gebildeten Blasen sind durchsichtig und bestehen aus Feuer und einer Art von Dampf, in welche die

y) Introduct. ad philosoph. natural. §. 1455.

die vom Feuer berührten Wassertheilchen verwande
werden. Weil das Wasser nur eine gewisse Meng
Feuer auflösen kann, so verbreitet sich das überflüssig
Feuer durch die ganze Wassermasse, strebt durch al
Seiten, besonders aber durch die Oberfläche auszug
hen, und reißt aus dem Wasser eine Menge Theile i
Gestalt des Dampfes mit sich fort. Dieser Damp
steigt in ungleicher Menge und Stärke auf, theil
weil das Feuer ungleichförmig ausgeht, theils we
jedes Dampftheilchen mit Elektricität umgeben sey
muß. In dieser mechanischen Erklärung finden si
alle Gründe vereinigt, welchen man ehemals das Au
steigen der Dämpfe zuschrieb, nämlich Stoß des Feuer
Verwandlung in hohle Bläschen, umdrehende B
wegung des Wassers und Elektricität. In der Folg
hat man aber den Vorgang des Siedens weit natürl
cher durch eine bloße mechanische Verbindung der Wär
me mit den Wassertheilchen erklärt, wie am gehörige
Orte weiter angeführt werden soll.

Nach de Lüc nehmen Regen- Fluß- und Quel
wasser gleiche Siedhitze an, gesättigtes Salzwass
aber auf 7 Reaumurische Grade mehr. Daher, sag
er, sey zur Bestimmung des Siedpunktes am Ther
mometer das Regenwasser am sichersten zu gebrauche
Ferner hat de Lüc gefunden, daß bisweilen, beson
ders wenn das Wasser noch nicht völlig kocht, d
Hitze auf dem Boden fast um 1 Grad größer ist, al
im obern Theile des Gefäßes. Da überdem das Wa
ser selbst während des Siedens heißer werde, so müs
man es auf das stärkste kochen lassen. Uebrigens se
es aber nicht hinreichend, die Kugel allein in eine g
hörige Menge siedendes Wasser zu bringen, sondern e
müsse auch die Röhre so weit, als die flüssige Mater

l

in ihr steige, der Hitze desselben ausgesetzt, und darin erhalten werden.

Einen vorzüglichen Einfluß auf das Sieden hat der Druck der Luft. Je geringer dieser ist, desto eher siedet das Wasser. Am 6ten Octob. 1739 brachte le Monnier [z]) ein Quecksilberthermometer, welches zu Perpignan bey einem $28\frac{1}{6}$ Paris. Zoll hohen Barometerstand getheilt war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerstand nur 20 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, also beynahe um 8 Zoll, geringer war. Als er es hier in kochendes Wasser brachte, stand es um 9 Reaumurische oder um 15 de l'Islische Grade unter dem zu Perpignan wahrgenommenen Siedpunkte.

Inzwischen war bis jetzt noch gar kein Gesetz bekannt, nach welchem bey vermehrtem oder vermindertem Druck der Atmosphäre der zum Sieden des Wassers nöthige Wärmegrad zu- oder abnehme. Erst Herr de Lüc [a]) gab sich Mühe, durch Versuche ein solches Gesetz auszumitteln. Zu dem Ende beobachtete er auf einer Reise von Genf nach Genua im Jahr 1762 die Wärme des kochenden Wassers an zehn Orten, und auf seiner Rückreise an 16 Orten von sehr verschiedenen Höhen an einerley Thermometer, an welchem der jedesmalige Abstand des Siedpunktes vom Frostpunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maasstabe gemessen ward. Nachdem er nun diese seine Versuche mit einander verglich, so fand er, daß die Unterschiede der Siedhitze den Unterschieden der Barometerhöhen nicht proportional waren, daß vielmehr bey gleich-

för-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1740.

a) Untersuchung über die Atmosphäre. a. d. Franz. Th. I. §. 450. f.

förmig abnehmender Barometerhöhe der Grad de
Siedhitze in der Folge stärker, als im Anfange, ab
nimmt. Herr de Lüc getrauete doch seinen Beobach
tungen nicht die gehörige Schärfe zu, um das wahr
Gesetz, nach welchem sich die Unterschiede richten, ge
nau daraus ableiten zu können, und setzte daher in
Durchschnitte beyde Unterschiede einander proportiona

Im Monat May 1762 fand er nun

	den Barometerstand	Abstand d. Sied- u. Frostpunkte
zu Turin —	$328\frac{3}{4}$ Linien	822 Theile des Maaßstabe
auf dem Montcenis	$273\frac{1}{4}$ —	782 — — —
Unterschiede	$55\frac{1}{2}$ Linien	40 Theile

Im Monat August

zu Genua —	341 Linien	892 Theile
zu Tovet-Dessus	$263\frac{1}{4}$ —	773 —

Es verhielten sich also im Durchschnitte die Un
terschiede der Barometerhöhen zu den Unterschieden de
Abstände des Siedpunktes in Theilen des Maaßstabe
wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4} : 40 + 56$ oder wie $133\frac{1}{4} : 96$; mi
hin würde hiernach eine Linie Barometerfall den Sie

grad des Wassers um $\frac{96}{133\frac{1}{4}}$ oder um 0,72 Theile de

Maaßstabes erniedrigen.

Herr de Lüc setzt fest, daß der Siedpunkt a
ler Thermometer bey 27 Zoll Barometerhöhe bestimm
werden soll. Für diese Höhe, welche um 17 Linie
geringer ist, als die zu Genua beobachtete, ergiel
sich also der Abstand des Siedpunktes von dem Fros
punkte 829 — 17 . 0,72 = 816,8 Theile des
Lüc'schen Maaßstabes. Von diesem Fundamentala
stande betragen 0,72 Theile des gebrauchten Maasst
bes den 1134sten Theil desselben. Es erniedrigt dah
ei

eine Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabstandes, welcher bey 27 Zoll Barometerhöhe ist gefunden worden, welches bey der Fahrenheitschen in 180 Grade getheilten Skale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grade beträgt. Folglich verändert sich der Siedpunkt bey der Veränderung des Barometerstandes von 27 Zoll bis auf 28 Zoll Höhe $\frac{10}{63} . 12 = \frac{120}{63}$ oder um 1,9 Fahrenheitsche Grade.

Wenn man z. B. zu einer gewissen Zeit an einem Orte, wo das Barometer 26 Zoll hoch steht, Wasser kochen wollte, so siedet es alsdann, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe getheiltes Thermometer darin $212 - 1,9 = 210,1$ Fahrenh. Grade zeigt. Oder zeigte das Barometer auf einem Berge nur 21 Zoll, so würde das Wasser schon bey $212 - 6 . 1,9 = 200,6$ Wärme an einem solchen Thermometer kochen.

Wenn man andere Thermometer gebraucht, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen bestimmt, und welche um α größer oder kleiner als 27 Zoll sind, so ist leicht zu begreifen, daß der Fundamentalabstand dieser Thermometer selbst um $\frac{\alpha}{1134}$ des vorigen Abstandes größer oder kleiner ist, oder $1134 \pm \alpha$ ausmacht, wenn der vorige 1134 betrug. Mithin muß nunmehr das, was bey dem vorigen $\frac{1}{1134}$ war, jetzt $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ seyn. Hieraus findet de Lüc seine erste Regel: Eine Pariser Linie Barometerfall erniedrigt den Siedpunkt um $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abstandes zwischen Sied- und Frostpunkt.

Herr

Herr de Lüc [b]) wiederholte diese Untersuchung im Jahr 1765 auf den Gebirgen Faucigny etwas genauer, und bediente sich zur Bestimmung der Siedhitze des Wassers auf Bergen eines eigenen Apparats. Er fand, daß seine gegebene Regel bey großen Barometerveränderungen nicht mehr zutreffe; daher gab er sich außerordentliche Mühe, das wahre Gesetz aus seinen Beobachtungen abzuleiten, so daß es mit den Barometerveränderungen in einer genauen Verbindung steht. Endlich fand er folgende Formel, bey welcher der Buchstabe b den Barometerstand in Sechszehntheilen der Pariser Linie bedeutet, und die Siedhitze in Graden der bey 27 Zoll Barometerhöhe bestimmten Skale von 80 Graden ausgedruckt wird,

A) $\text{Siedhitze} = \frac{99}{2} \log. b - 103,87$

Exemp. Es sey die Barometerhöhe b = 28 Zoll 5 Linien = 5456 Sechszehntheile der Linie. Hievon nehme man den Logarithmen hundertfach, also

$$
\begin{array}{rcl}
100 \log. b & = & 373,68744 \\
\log. b & = & 3,73687 \\
\hline
99 \log. b & = & 369,95057 \quad :2 \\
\frac{99}{2} \log. b & = & 184,97528 \\
 & - & 103,87 \\
\hline
\text{Siedhitze} & = & 81,10 \text{ Grade.}
\end{array}
$$

Des Herrn de Lüc's Beobachtungen, welche unter dem natürlichen Druck der Atmosphäre angestellt sind, erstrecken sich nur von $28\frac{1}{2}$ Zoll Barometerhöhe bis 19 Zoll 7 Linien 15 Sechszehntheile.

Herr de Lüc giebt noch eine andere Formel an, welche sich auf Betrachtung physischer Ursachen der

Phä-

b) Untersuchungen über die Atmosphäre. Th. II. §. 857. u. f.

Phänomens, auf einen ungemein mühsamen Versuch und auf ein Paar Voraussetzungen gründet. Die Ursachen der verschiedenen Siedhitze sind, weil die Hitze, bey welcher das Wasser kochen sollte, durch den Druck der Atmosphäre und zugleich durch den Verlust an Wärme, welchen die der Luft ausgesetzte Oberfläche erleidet, vermindert wird. Den Versuch stellte de Lüc durch ein von ihm selbst verfertigtes Wasserthermometer an, welches sehr viele Arbeit erforderte. Ohne allen Druck und Verlust an Wärme kochte das Wasser bey 78 Graden. Die angenommenen Voraussetzungen waren diese: die Verstärkung der Siedhitze durch den Druck der Atmosphäre verhalte sich direct, und der Verlust der Wärme umgekehrt, wie der Druck. Seine mühsamen Untersuchungen leiteten ihn endlich auf folgende Formel, bey welcher b den Barometerstand in Linien andeutet:

B) Siedhitze $= 78 + 0{,}03642 . b - \frac{3175{,}2}{b}$ Grad.

Exemp. Es sey b = 28 Zoll 5 Linien = 341 Linien, so wird das zweyte Glied der Formel = 12,41922 und das dritte = 9,3, folglich die Siedhitze = 78 + 12,41922 − 9,3 = 81,1 gerade wie vorhin.

De Lüc hat nach diesen beyden Formeln A) und B) eine Tabelle (§. 1088.) berechnet, welche zeigt, daß sie für die von ihm angegebenen Grenzen der Barometerhöhen ziemlich genau zusammentreffen. Ob sie aber auch bey niedrigern Barometerhöhen, als de Lüc angenommen hat, als wirkliche Naturgesetze gelten können, ist erst in der Folge genauer untersucht worden.

Aus

Aus allen diesen erhellt, daß der Siedpunkt de Wassers, wenn er am Thermometer zum festen Punk werden soll, jederzeit beym gleichen Druck der Atm sphäre oder bey einerley Barometerhöhe bestimmt we den muß.

Was den untern festen Punkt oder den Eispun am Thermometer betrifft, so nahm de Reaumu zuerst bestimmt für ihn diejenige Temperatur an, d zum Gefrieren des Wassers hinreichend ist. Die suchte er, indem er ein kleines Gefäß mit Wasser in ei Mischung von 2 Theilen Eis und 1 Theil Kochsa setzte, und wartete, bis das Wasser gefroren war, un der Weingeist in dem hineingesenkten Wasser nicht we ter herabfiel. Herr de Lüc [c]) aber findet, daß die Methode unsicher ist, und an den eigentlichen Rea murischen Thermometern den Gefrierpunkt um ⅘ Gra tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden E ses steht. In der Folge haben Reaumur und No let selbst diesen letztern Punkt gewählt; Brisson welcher Augenzeuge hievon war, hat diese Methoi von ihnen angenommen. Nach Herrn de Lüc ist e einerley, ob der Eispunkt am Thermometer im au thauenden Eise, oder im Wasser mit Eis vermisch bestimmt wird. Er füllt nämlich sein Gefäß mit Ei das zuvor in einem Tuche mit dem Hammer zerschlage worden, und setzt das Thermometer so hinein, daß e ganz davon umgeben ist, und unter der Kugel noch Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Bey aufthauen dem Eise halten sich Wasser und Eis in gleicher Tem peratur.

Be

c) Untersuch. über die Atmosph. B.I. §.436. h. 443. r.

Vergleichungstafeln der Skalen von verschiedenen Thermometern haben Martine [d]) und genauer Braun [e]) gegeben.

Man hatte sehr bald wahrgenommen, daß Amonton's Luftthermometer große Mängel besitze. Hermann [f]) schlug daher folgende Einrichtung vor, um dadurch vermittelst einer Formel die mittlere Geschwindigkeit der Theilchen zu finden, in deren Bewegung er nach dem Cartesianischen Systeme das Wesen der Wärme und Elasticität setzte. Es wird nämlich an einem gewöhnlichen unten aufwärts gekrümmten Gefäßbarometer (fig. 2.) ecm die Oefnung des Gefäßes m zugeschmolzen. Die Vollkommenheit dieses Luftthermometers beruht vorzüglich darauf, daß oben in der Torricellischen Leere nicht die geringste Luft zurückgeblieben seyn muß. Die in dem Raume mfa eingeschlossene Luft wird bey größerer Wärme eine niedrigere Quecksilbersäule tragen; und wenn das Gefäß in Vergleichung mit der Röhre sehr groß ist, so bleibt der Raum, den die Luft darin ausfüllt, also ihre Dichtigkeit, in beyden Fällen beynahe einerley. Demnach verhält sich die Höhe der Quecksilbersäulen beynahe wie die zugehörige Wärme.

Daniel Bernoulli [g]) wollte aber den Fehler vermeiden, welcher aus dem Auf- und Abdrucken der

d) Diss. sur la chaleur avec des observat. nouvelles sur la construct. et comparaison des therm. trad. de l'Angl. à Paris. 1751. 12.

e) Harmonia scalarum in Nov. comment. Petrop. T. VII.

f) Phoronomia. L. II. prop. 85. Schol. p. 377.

g) Hydrodynamica. sect. X. §. 81. sqq.

der Quecksilberfläche fa entsteht, wodurch der Rau
mfa doch in der That verändert wird, und gab das
sein bereits im vierten Theile S. 227. beschrieben
Luftthermometer an. Da er aber wußte, daß der Si
grad des Wassers nicht allemal vollkommen übere
stimmend gefunden werden dürfte, so sagt er, m
könne auch jeden andern Wärmegrad für die Einh
oder das Maas annehmen, und auf folgende Art v
lig übereinstimmende Thermometer zuwege bring
Bernoulli setzt voraus, daß sich bey gleicher Di
tigkeit die Wärme der Luft wie ihre Elasticität v
halte. Nimmt man also diejenige Wärme für
Einheit an, welche in der Luft bey einer gewissen Di
tigkeit und Elasticität statt hat, z. B. diejenige, b
der das Barometer 28 Zoll hoch steht, und ein C
bikfuß Luft 600 Gran wiegt, so läßt sich ein Luftth
mometer also verfertigen. Man muß die Dichtig
der Luft zu derselben Zeit suchen, und zugleich die B
rometerhöhe beobachten. Wenn hiernächst die Rö
gehörig mit Quecksilber gefüllt und hierauf zugeschm
zen ist, so muß man zuvörderst an der Röhre ei
Punkt g bemerken, welchen das Quecksilber bey ei
ziemlich großen Hitze erreicht, wenn die Röhre ve
kal steht. Dieß wird alsdenn der größte Grad
Hitze seyn, den das Thermometer zeigt. Auch k
man den Punkt g ganz willkührlich annehmen,
fern man sich nicht zum voraus davon versichern m
daß das Thermometer einen gewissen Grad der H
z. B. des siedenden Wassers, zeigen könne. Hat m
nun zur Zeit dieses Versuchs einen Cubikfuß Luft
Gran schwer, und das Barometer 29 Zoll hoch
funden, so neigt man hierauf die Röhre, bis
Quecksilber g erreicht, und bemerkt die dazu gehö
Höhe; diese Höhe correspondirt nun mit der Wä

der Luft, welche bey derselben statt hat, wenn ein Cubikfuß 500 Gran wiegt, und das Barometer 29 Zoll hoch steht. Hieraus findet man leicht die derjenigen Wärme zugehörige Höhe, welche das Maas jeder andern Wärme seyn soll. Bey dieser soll nämlich das Barometer 28 Zoll hoch stehen, und ein Cubikfuß Luft 600 Gran wägen. Es sey diese gesuchte Höhe $= x$, und die Höhe $= y$, welche der Wärme zugehört, bey der die Dichtigkeit der Luft 500 Gran ist, und das Barometer 28 Zoll hoch steht, so hat man

$$500 : 600 = \text{die bemerkte Höhe} : y$$
$$28 : 29 = y : x$$

folglich wird $x = \frac{29 \,.\, 600}{28 \,.\, 500}$ der bemerkten Höhe. Wird nun diese Höhe x in 100 oder 1000 Theile getheilt, so werden diese Theile die Grade des Luftthermometers abgeben, und es werden alle auf eben die Art eingerichtete Thermometer mit einander übereinstimmen.

Bey dieser von Daniel Bernoulli angegebenen Einrichtung des Luftthermometers ist es beschwerlich, daß man die Röhre jedesmal gegen den Horizont neigen muß. Deßwegen schlägt der Herr von Segner [h]) eine verbesserte Einrichtung vor, welche von dieser Unbequemlichkeit frey ist, bey welcher die Röhre beständig den vertikalen Stand behalten kann. Er zeigt, wie sich die Reduktion fd auf diejenige, die sie nach Bernoulli in der geneigten Lage des Thermometers haben müßte, durch Rechnung bewerkstelligen lasse.

Lam-

h) Program. de aequandis thermometris aëreis. Goetting. 1739. 4.

Lambert [i]) gieng wieder zu dem Luftthermom ter des Amontons zurück. Er machte aber dab die Aenderung, daß die Skale (fig. 3.) fb nicht Zolle, sondern in Grade getheilt wird, deren ein der $\frac{1}{1000}$ desjenigen Raums ausmacht, welchen Luft in der Kugel de bey der Temperatur des zergeh den Eises einnimmt. Diese Einrichtung gab er sein Luftthermometer durch eine sehr genaue Abwägung Quecksilbers, welches in Kugel und Röhre Platz ha und durch sorgfältiges Calibriren aller Theile der R re. Ferner zog er die Wirkung des Drucks der mosphäre und der Verlängerung und Verkürzung Quecksilbersäule selbst, bey den Veränderungen Wärme, mit großer Aufmerksamkeit in Betrachtu Nach allen diesen Berichtigungen zog er endlich seinen mühsamen Versuchen das Resultat, daß sich Luft, wenn man ihr Volumen bey der Tempera des zergehenden Eises = 1000 setze, in der Hitze siedenden Wassers bis zum Volumen 1375, oder $\frac{375}{1000} = \frac{3}{9}$ ausdehne; wofür er doch hernach die Z 1370 annimmt. Daher giebt er dem Fundamen abstande dieses Luftthermometers 370 Grade so, zum Eispunkte 1000, zum Siedpunkte 1370 ge wird. Nun hatte Lambert folgende Sätze als w angenommen: daß sich bey gleicher Dichte die Wä wie die Elasticität verhalte, und daß bey gleicher D se der Luft und bey gleichem Druck die Wärme Verhältnisse des Raums wachse, durch den sich Luft ausdehne. Daher empfiehlt Lambert d Thermometer als ein solches, das Grade der wirkli Wärme angebe.

Da sich auch feste Körper, und besonders talle, durch die Wärme ausdehnen, und durch

i) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.

Kälte wieder zusammenziehen, so hat man sich auch derselben bedient, um dadurch das Zu- und Abnehmen der Wärme zu beobachten, und bestimmte Grade derselben anzugeben. Daher sind die sogenannten Metallthermometer entstanden, welche besonders zur Beobachtung großer Grade der Hitze dienen, in welchen flüssige Materien schon kochen würden. Man nennt sie auch Pyrometer. Der Nahme Pyrometer ist zwar anfänglich solchen Einrichtungen gegeben worden, welche zu Ausdehnungsmaaßen bey schon bekannter Wärme dienen sollten; allein nachher ist es gewöhnlich worden, alle Werkzeuge Pyrometer zu nennen, welche zur Bestimmung hoher Grade der Hitze dienen. Lambert unterscheidet Pyrometer von Thermometern so, daß jene die dem Gefühle unerträglichen, diese die geringern Grade der Wärme angeben sollen.

Zu der Erfindung der Pyrometer gab Richers Pendelbeobachtung zu Cayenne Veranlassung. Die Cartesianer wollten nicht gleich eine geringere Schwere unter dem Aequator annehmen, und suchten den Grund, warum das Sekundenpendel dort $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer, als zu Paris, sey, in der Wärme zu Cayenne. Newton hatte zwar aus mehreren Beobachtungen ganz richtig geschlossen, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering sey, um Richers Beobachtung zu erklären, welche vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Gestalt der Erde beweise. Man sah aber damals die Pendelbeobachtungen nicht für so wichtig an, und ließ die ganze Sache liegen. Erst nach 1730 änderte sich diese Meynung. Newton's System fand in Frankreich Anhänger, und man fieng an, die Wichtigkeit einer scharfen Prüfung der Längen von Pendeln und Meßstangen zu empfinden. Musschen-

 broek

broek[k]) war der erste, der unter dem Nahmen P
rometer ein Werkzeug angab, welches bestimmt we
die Ausdehnungen verschiedener Metalle bey bekannt
Graden der Wärme zu vergleichen. Sein erstes P
rometer zeigte schon die Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ thei
Zoll durch eine merkliche Bewegung des Zeigers. I
der Folge gab er ihm eine verbesserte Einrichtung
wobey die Ausdehnung einer Stange durch Räderw
sichtbarer gemacht wird. Die Stange wird näml
an dem einen Ende fest eingespannt, damit das and
Ende in der Länge durch Ausdehnung sich bewege, u
durch ein daran befestigtes Stängelchen den Zahn
nes Trillings fortschiebe. An der Axe dieses Trillin
befindet sich ein großes Rad mit vielen Zähnen, w
che in einen andern Trilling eingreifen, dessen Axe w
derum ein größeres Rad mit Zähnen hat, die in ei
dritten Trilling eingreifen u. s. f. Die Axe des letz
Trillings besitzt einen Zeiger, welcher sich auch du
die geringste Ausdehnung der Stange um einen s
merklichen Raum fortbewegt, und auf einem Zif
blatte Theile anzeigt, deren Anzahl der Ausdehnu
proportional ist. Wenn dieser Zeiger mit dem ers
Augenblicke der Ausdehnung der Stange fortgel
soll, so muß er so weit, als es angeht, zurückgedr
werden, damit alle Zähne, welche fortgerückt wer
sollen, einander völlig berühren. Uebrigens muß
bey die Stange allein erwärmt werden können, ind
sich sonst das übrige Gestelle ebenfalls ausdehnen, u
in solchen Fällen nur der Unterschied beyder Ausd
nungen gefunden würde. Musschenbroek ste
zu

k) Tentamina experim. in Academ. del Cimento. Lu
Bat. 1731. 4. P. II. p. 12.

l) Introduct. ad philosoph. natur. T. II. §. 1527.

zuerst fünf Weingeistlampen unter die Stange, veränderte aber nachher die Einrichtung so, daß mit diesen Lampen Wasser in einem blechernen Gefäße erhitzt, und die Stange hineingelegt wurde. In dieser Lage wird sie an die eine Seitenwand des Gefäßes angestemmt, das andere Ende derselben biegt sich auswärts über einen Einschnitt in der gegenüber stehenden Seitenwand hinaus, und wird an eine gezahnte Zange geschraubt, welche in den ersten Trilling des Räderwerks eingreift. In das erhitzte Wasser wird ein Quecksilberthermometer gebracht, um den Grad der Wärme zu bestimmen.

In England schlug Ellicott im Jahr 1736 m) ein Instrument vor, an welchem das eine Ende der Stange fest, das andere Ende aber mit einem Faden oder mit einer Uhrkette verbunden ist, welcher unter einer Rolle hinweggeführt und in selbiger befestigt wird. Von dieser Rolle geht ein Hebel aus, dessen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Uhrkette verbunden ist, der um eine andere Rolle gelegt und durch ein Gegengewicht so gespannt wird, daß es gerade den Hebel hält. Die letzte Rolle besitzt einen Zeiger, welcher auf einer Scheibe Grade zeigt. Dehnt sich nun die Stange aus, so erhält dadurch die Rolle am ersten Ende des Hebels Freyheit, und das Gewicht hebt den Hebel so weit aufwärts, als die Rolle durch Verlängerung der Stange sich drehen kann, wodurch auch zugleich der Zeiger gedreht wird. Eine Verlängerung des Stabes von $\frac{1}{7200}$ Zoll an Ellicotts Werkzeuge gab dem Zeiger eine Umdrehung von Einem Grade. Dieses Werkzeug ist mit zwey Hebeln und

m) Philosoph. Transact. nr. 443. p. 297.

und zwey Rollen mit Zeigern versehen, so daß zuglei
zwey Stangen A und B eingelegt werden könne
Man legt B auf A, erhitzt beyde, und giebt auf d
Zeiger acht, um wie viele Grade er dadurch fortgetri
ben wird. Darauf läßt man alles erkalten, nimm
B hinweg, legt eine dritte gleich lange Stange C a
A, und erhitzt sie so lange, bis A wieder den vorig
Grad zeigt. Auf solche Art lassen sich die Ausdehnu
gen von B und C mit einander vergleichen.

Eine andere Einrichtung dieser Art gab Bo
guer[n]) an, womit er eigentlich die Verschiedenh
der Ausdehnungen durch die Glühehitze in den versch
denen Klimaten und Höhen der amerikanischen O
untersuchen wollte. Ob nun gleich der Erfolg dav
nach seinem Wunsche nicht ausfiel, so hat er doch d
durch mit seinen Reisegefährten schöne Versuche üb
die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Wassers u
bey der Sonnenwärme angestellt. Sein Instrume
hatte folgende wesentliche Einrichtung: zwey unter
nem rechten Winkel mit einander verbundene stähler
Regeln von einem Fuß lang waren durch eine dri
schief liegende verbunden; um die Spitze des recht
Winkels drehete sich ein Zeiger ebenfalls von 1 F
Länge, welcher auf einem Bogen, der an dem En
der einen stählernen Regel befestigt war, Grade
zeigte. An dem Ende der andern stählernen Re
gieng senkrecht ein Fuß heraus, auf welchem in
Mitte ein Stift war. Einen dergleichen Stift ha
auch der Zeiger von dem Umdrehungspunkte 4 Lin

e

n) Experiences à Quito, sur la dilatation et la cont
ction, qui souffrent les metaux par le chaud et le fr
in den Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de
ris. 1745.

entfernt. Die Metallstangen, welche untersucht werden sollen, wurden ebenfalls einen Fuß lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern versehen, mit welchen sie in die erwähnten Stifte eingelegt werden konnten. Wurde eine solche Stange länger als ein Fuß, so veränderte sich auch die Stellung des Zeigers. Nun betrug die Entfernung des Stiftes am Zeiger vom Ruhepunkte 4 Linien, und die Länge desselben = 1 Fuß = 144 Linien, also wurde die Verlängerung der Metallstange an dem Gradbogen 36mal merklicher. Noch ein anderes Instrument mit krumm gebogenen Stangen zur Erhitzung mit Lampen gab Bouguer nach einer von ihm erdachten Theorie an, welches aber seiner Erwartung nicht entsprach.

Genauere Versuche dieser Art hat Smeaton [o]) angestellt, wozu er ein Pyrometer gebrauchte, das, wie das Musschenbroek'sche, ein blechernes Gefäß besitzt, in welchem das Wasser durch untergesetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der ins Wasser gebrachten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, welcher sich um eine am untern Theil befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Axe gedruckt wird. Am obern Ende dieses Hebels ist ein Schenkel, welcher sich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läßt. Das Fortrucken des Hebels wird vermittelst einer Mikrometerschraube auf diese Art gemessen: den beweglichen Schenkel nimmt man ganz locker an seinem Griff, und läßt ihn durch sein eigenes Gewicht herabsinken, bis er fast wagrecht steht, hält ihn

o) Description of a new pyrometer in Philos. Trans. Vol. XLVIII. 1754. n. 79.

ihn so schwebend, und schraubt dann die Mikrometer schraube so weit ihm entgegen, bis ihr Ende das Ende des Schenkels berührt, welches man leicht durchs Anstoßen, durchs Gefühl und Gesicht wahrnehmen kann. Die Stellung der Schraube zeigt alsdenn die Größe der Verlängerung, wenn nämlich vorher der Werth der Schraubengänge ist bestimmt worden, wozu hier kein anderes Mittel als die Erfahrung ist. Smeaton fand an seinem Pyrometer den Werth von einem Hunderttheile der Umdrehung = $\frac{100}{57868}$ Zoll, und weil die Genauigkeit der Berührung bis auf $\frac{1}{4}$ eines solchen Theils fühlbar war, so glaubte er, daß seine Abmessungen bis auf $\frac{1}{23347}$ Zoll sicher wären. Zuletzt führt er an, daß schon Graham Mikrometerschrauben zu ähnlichen Absichten gebraucht, und die Genauigkeit sehr weit gebracht habe; seine Methode sey aber ganz neu, und zuverlässiger, als irgend eine ihm bekannte, besonders, wenn man das Anstoßen der Schraube an den Schenkel durchs Gehör bemerke, und zur Bestimmung annehme.

Noch ein anderes Pyrometer wird von Nollet p) beschrieben, bey welchem die Metallstange durch unmittelbar darunter gestellte Lampen erhitzt wird, und mittelst einer in einem Glasgehäuse eingeschlossenen Verbindung von Hebeln einen bezahnten Sektor bewegt, welcher in ein Getriebe eingreift, an dessen Axe ein Zeiger befindlich ist.

Neuere Versuche hat der P. von Herbert q) mit einem Musschenbrök'schen Pyrometer angestellt.

Die Resultate der verschiedenen Versuche giebt folgende Tafel an. Die Länge der Stangen ist beym Eis-

p) Leçons de physique experim. T. IV. p. 353.
q) Diss. de igne. Vien. 1773. 8.

Eispunkte = 100000 gesetzt. Die Zahlen geben an, um wie viele Hunderttausendtheile dieser Länge sie sich ausdehnen, wenn sie bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt sind.

	Musschenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Messing	101	95	—	204	—	193	171
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eisen	73	60	55	92	106	125	107

Diese Tabelle zeigt, wie wenig die Resultate der Versuche mit einander übereinstimmen. Die absoluten Größen der Ausdehnungen sind von Dom Juan, Condamine, Smeaton und Herbert weit größer und beynahe doppelt so groß angegeben, als von Musschenbroek, Ellicott und Bouguer. Lowitz in Nürnberg legte im Jahr 1753 eine 20 Fuß lange eiserne Stange nebst einem Thermometer an die Sonne, und fand sie um $\frac{1}{2500}$ verlängert, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenh. gestiegen war. Aus dieser Beobachtung zeigt Lambert durch Berechnung, daß sich diese Stange vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte höchstens um $\frac{1}{1250}$, oder um 0,00080 würde ausgedehnt haben, welches der Musschenbroek'schen Bestimmung am nächsten kommt.

Obgleich die bisher angeführten Pyrometer auch als Metallthermometer gebraucht werden können, so sind doch von einigen wirkliche Metallthermometer erfun-

funden worden, welche ganz eigentlich zu Angebun[g] von Graden der Hitze bestimmt worden sind.

Cromwell Mortimer[r]) gab 1746 un[d] 1747 ein solches Metallthermometer an, wo ein ru[n]der eiserner Stab (fig. 4.) ab von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser und 3 Fuß 1 Zoll Höhe bey b in einem unbeweglichen Gestell befestigt ist und durch seine Verlängerung de[n] kürzern Arm des um g beweglichen Hebels egf e[r]hebt. Am Ende des längern Arms bey f ist ein Fade[n] über die Rolle h geführt, welcher durch das Gewich[t] i gespannt wird, so daß beym Herabsinken des Arme[s] gf die Rolle h sich drehen, und den Zeiger hn um wenden muß, der auf der unbeweglichen Scheibe mn die verlangten Grade anzeigt. Wenn der Stab a[b] sich wieder verkürzt, so zieht das Gegengewicht l de[n] Hebel bey e wieder herab, erhebt das Ende f, un[d] läßt dem Gewichte i Freyheit, die Rolle h zurück z[u] drehen und den Zeiger in die vorige Lage zu bringe[n]. Weil hiebey ag sehr kurz gegen gf, und die Rol[le] sehr klein gegen den Zeiger, gemacht werden kann, [so] lassen sich auch geringe Veränderungen der Länge d[es] Stabes merklich machen. Mortimer bezifferte d[ie] Scheibe nach den Graden der Fahrenheitschen Ska[la] so, daß der Zeiger in der horizontalen Lage auf 21[2] wies. Eine Erhebung von etwa 75° bezeichnete d[ie] Siedhitze des Quecksilbers, und eine Umdrehung dur[ch] 180° die Hitze des schmelzenden Goldes.

Eine andere Einrichtung, welche ein Künstle[r] John Ingram zu Spalding in Lincolnshire, au[s]geführ[t]

r) A discourse concerning the usefulness of thermomet[ers] in chemical experiments &c. with the description a[nd] uses of a metalline thermometer newly invented in P[hi]los. Trans. Vol. XLIV. n. 484. append. p. 672.

geführt hat s), besitzt ebenfalls einen aufrecht stehenden eisernen Stab, der durch seine Verlängerung einen Hebel der zweyten Art nahe bey dessen Ruhepunkt erhebt. Das Ende dieses Hebels hebt auf eine ähnliche Art einen zweyten Hebel, und erst dieser dreht durch einen an sein Ende befestigten Faden die Rolle mit dem Zeiger um. Verkürzt sich die Stange wieder, so sinken beyde Hebel durch ihr Gewicht zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Das Instrument ward im Museum der Gentlemen's society zu Spalding aufbewahrt, und soll mit Beobachtungen mit andern Werkzeugen gut übereingestimmt haben. Der eigentliche Erfinder war ein gewisser Frotheringham in Holbeach.

Um die Veränderungen merklicher zu machen, haben andere statt der Hebel Räderwerk gebraucht. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald t), vom Erbmarschall der Chursachsen Grafen von Löser u), und von Zeiher x).

Das gräflich Löserische hat folgende Einrichtung: an dem obern Theile des eisernen Cylinders (fig. 5.) ab befinden sich die Hebel ad und ac. An diesen ist das bleyerne Prisma dc befestigt, welches bey o mit dem Arme des oben bezahnten Sektors fpg verbunden ist. Dieser Sektor ist bey g um eine Axe beweglich, und greift mit seinen Zähnen in das Getriebe l, an dem das Stirnrad k befestigt ist, welches oberwärts in das Getriebe m eingreift, woran der Zeiger

s) Philos. Transact. Vol. XLV. n. 485. p. 128.

t) Ibid. Vol. LI. P. II. p. 823.

u) Thermometri metallici ab inventione Comitis *Loeseri* descriptio, auct. *Jo. Dan. Titio.* Lips. 1765. 4.

x) Nov. commentar. Petrop. T. IX. p. 305.

ger mn steckt, unten aber greift es in ein Stirnrad h, an dessen Welle i sich der Zeiger io befindet. Dieses ganze Räderwerk ist von aussen durch eine größere Scheibe α (fig. 6.), und eine kleinere β verkleidet, an welchen sich die Zeiger mn und io herumdrehen. Die kleine Scheibe ist in Grade getheilt, welche die Größe der Ausdehnung in Graden der de l'Jslischen Skale bemerken. Die größere Scheibe ist in zehn Theile getheilt, und bemerkt Decimaltheile der Grade auf der kleinern Scheibe. Die 6te Figur zeigt das Instrument so, wie es sich mit allen seinen Bedeckungen von aussen darstellt.

Was die Lehre von der freyen oder fühlbaren Wärmematerie betrifft, so hat sich vorzüglich Boerhaave [y]) Mühe gegeben, ihre Gesetze näher zu entwickeln. Er nimmt hiebey, wie schon bemerkt worden, an, daß die Wärmematerie bloß mechanisch, nicht chemisch wirke. Es war ihm aus Erfahrungen hinreichend bekannt, daß alle Körper eines Systems mit der Zeit zu gleicher Temperatur kommen, bey welcher sie alle das Thermometer auf einerley Grad bringen. Er schließt hieraus, jeder Körper erhalte in gleichen Volumen oder bey gleicher Masse gleich viel absolute Menge freyer Wärme, oder die absoluten Mengen des freyen Wärmestoffs verhalten sich bey gleicher Temperatur wie die Volumina der Körper. Nach ihm dringt die Wärmematerie in die Poren der Körper ein und greift die Masse nicht an. Und da die Erwärmung oder Erkältung durch berührende Körper nicht plötzlich, sondern durch allmählichen Uebergang erfolgt, so glaubte er, daß die Erkältung durch verschiedene Körper sich, wie die Dichtigkeit, verhalte.

Ueber

y) Elementa chemiae, cap. de igne.

Ueberdem stellte auch Boerhaave eine Menge Versuche über die Temperatur der Mischung verschiedener Körper von ungleichen Temperaturen an. Er glaubte daher zu finden, die Wärme der Mischung sey die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermischten Massen, wenn sie gleich sind. Unter andern ließ er auch Quecksilber und Wasser unter gleichem Volumen vermischen, um die Vertheilung der Wärme unter beyden zu erfahren. Daraus ergab sich, daß 3 Maas Quecksilber und 2 Maas Wasser zusammengegossen eben die Wärme geben, die gleiche Theile Wasser zusammengegossen geben, es mag das Quecksilber oder das Wasser wärmer seyn. Aus diesem Versuche begnügte sich Boerhaave zu folgern, daß sich die Wärme nicht nach der Dichtigkeit der Körper vertheile, und fand am Ende in selbigem sogar eine Bestätigung seines Satzes, daß die Vertheilung nach den Räumen geschehe.

Noch genauer als Boerhaave hat Richmann einige Gesetze der freyen Wärme aus einer Reihe sinnreicher Versuche zu entwickeln gesucht. Er fand nämlich [z])

1. daß die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgesetzten Körpers, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeittheilchen der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich ist.

2. Daß, wie schon Newton gefunden hatte, ein Theil der Wärme eines erhitzten Körpers in einem kal-

z) *Inquisitio in legem, secundum quam calor fluidi in vase contenti certo temporis intervallo in temperie aëris constanter eadem decrescit, vel crescit, et detectio ejus; in* Nov. comment. Petrop. T. I. p. 191. sqq.

kalten Mittel, dessen Temperatur sich gleich bleib weggeführt wird, welcher der in ihm zurückbleibend Wärmemenge proportional ist.

3. Daß die Erkältungen erhitzter Körper in eine Mittel, dessen Temperatur sich gleich bleibt, im ger den Verhältnisse ihrer Oberflächen und im umgekehrt ihrer Massen sind.

Ferner stellte auch Richmann [a]) Untersuchu gen über die Temperatur der Mischungen gleichartig Massen an, und fand, daß sich in zwey gleichartig Körpern von gleichen Temperaturen die absoluten Me gen des freyen Wärmestoffs wie die Massen oder V lumina verhalten. Zugleich widerlegte er Boe haave's Behauptung, daß die Wärme der Mischun die halbe Differenz der beyden Temperaturen der ve mischten gleichen Massen sey; dagegen fand er folge de wahre Regel: wenn zwey gleichartige Körper vo ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig ve mengt werden, so breitet sich die Wärmemenge beyd zusammen gleichförmig durch das ganze Gemenge au und es muß die Vertheilung des Ueberschusses des frey Wärmestoffes den Voluminibus oder Massen derselb proportional seyn. Wenn daher T, t die verschied nen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleic artigen Körper, M, m ihre Massen oder Volumi anzeigen, so ist die Temperatur nach der Vermengun

oder $x = \frac{T.M + t.m}{M + m}$. Wenn $M = m$ ist, so i

$x = \frac{T + t}{2}$. Gesetzt, es werde 1 Pf. heißer Sa

vo

a) De quantitate caloris, quae post miscelam fluidoru certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes, Nov. comment. Petrop. T. I. p. 152. sqq.

von 180 Gr. Fahrenh. mit 1 Pf. Sand von 40 Gr. vermengt, so wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{180 + 40}{2} = 110$ Gr. werden, oder der Ueberschuß, 140 Grad in dem einen Pfunde, wird sich unter beyde Pfunde gleichförmig vertheilen, so daß das wärmere Pfund $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. verliert, und das kältere dagegen $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. erlangt. Oder, wenn 10 Pfund Wasser von 180 Gr. mit 6 Pf. Wasser von 40 Gr. vermischt werden, so wird die Temperatur nach der Vermischung $\frac{180 \cdot 10 + 40 \cdot 6}{10 + 6} =$ $127\frac{1}{2}$ Gr. werden.

Aus der Formel $x = \frac{MT + mt}{M + m}$ folgt, daß $M : m = x - t : T - x$; und es läßt sich daraus finden, wie groß die Massen oder die Gewichte zweyer gleichartiger Körper, deren verschiedene Temperaturen gegeben sind, seyn müssen, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Hat man z. B. Wasser von 60 Gr. und von 180 Grad, so hat man das Verhältniß $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$ d. h. man wird von dem Wasser von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermischen müssen, um 96 Gr. warmes Wasser zu erhalten.

Wolf hatte schon bemerkt, daß dichtere Körper weit eher erwärmen und erkalten können, als lockere (Th. III. S. 233.). Diese Bemerkung hat Rich-

mann [b]) durch seine Erfahrungen bestätigt; er fand, daß das Quecksilber, einer der dichtesten Körper, di Wärme weit schneller annehme und verliere, als da Wasser und viele andere Materien von weit geringe rer Dichtigkeit.

Ueberhaupt haben Martine und von Bu fon gezeigt, daß Boerhaave's Satz, die Erkäl tung durch verschiedene Körper verhalte sich wie ihr Dichtigkeit, falsch sey.

Hamberger [c]) glaubte gefunden zu haben, da glühendes Eisen in freyer Luft schneller erkalte, als i luftleeren Raume. Er hieng nämlich zwey glühe gemachte stählerne gleich große Kegel an eiserne Drät im luftleeren und im luftvollen Raume auf. Na einer halben Stunde war letzterer kalt geworden, e sterer aber war noch so heiß, daß man ihn nicht oh Beschädigung anfühlen konnte.

Daß sich die freye Wärme durch Spiegel a fangen, und in einen Brennraum sammeln lasse, w schon nach Zahns Erzählung in Wien versu worden. Nach der Zeit haben Mehrere Versuche d ser Art angestellt. Du Fay [d]) nahm zwey Ho spiegel, den einen von zwanzig, und den andern v 17 Zoll im Durchmesser; in den Brennpunkt des nen Spiegels brachte er glühende Kohlen, und in d Brennpunkt des andern 50 Fuß davon entfernten ko te er brennbare Materien entzünden. Cassini schlug vor, dem Brennspiegel einen ebenen oder k

b) Nov. commentar. Petropol. T. III. p. 309.

c) Element. physic. §. 310.

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 17

e) Ibid. an. 1747.

nen Hohlspiegel gegenüber zu stellen, um in dem nunmehrigen Brennraume Metalle im Schmelztiegel fließend zu erhalten.

Manche Naturforscher haben noch in diesem Zeitraume eine kaltmachende Materie angenommen, um die Entstehung der Kälte zu erklären, welche bey Auflösung der Salze und sauren Geister entsteht. Geoffroy [f]) und Musschenbroek [g]) haben durch viele Versuche gezeigt, daß zwar die Oele das Eis schmelzen; allein da sie sich nicht mit dem daraus entstehenden Wasser vermischen, so erzeugen sie auch dabey keine Kälte.

Boerhaave [h]) fand zuerst, daß gestoßener Salmiak im Wasser aufgelößt endlich eine solche kalte Mischung giebt, daß man in selbiger Wasser zu Eis bringen kann. Der Herr von Mairan [i]) schließt aus seinen Versuchen, daß das Kochsalz unter allen Salzen das Eis am geschwindesten schmelze, nachher der Salmiak, und endlich der Salpeter. Nach Reaumur's [k]) Erfahrungen sind die Unterschiede zwischen den Erkaltungen, welche aus der Vermengung Eines Theils dieser Salze und zweyer Theile Eis entstehen, nach der Ordnung in den Verhältnissen,

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1727. 1728.

g) Experimenta varia circa mixturas cum aqua, spiritu vini, aqua forti &c. instituta in den Tentam. Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 4.

h) Element. chemiae. cap. de igne. experim. IV. coroll. 4.

i) Diss. sur la glace. sect. IV. chap. 5.

k) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1734.

sen, wie die Zahlen 15, $12\frac{2}{3}$, $3\frac{1}{2}$; d. h. der Weinge
des Thermometers ist in dem Gemenge von Eis u
Kochsalz 15 Grad tiefer gefallen, als in dem rein
Eise, in dem Gemenge von Eis und Salmiak 1
Grad und in dem von Eis und Salpeter $3\frac{1}{2}$. Der H
von Mairan schließt hieraus, daß das Verhältn
der Kräfte des Kochsalzes und des Salmiaks auf d
Schmelzen des Eises das umgekehrte der Zeiten s
Uebrigens schien ihm aber der Salmiak allemal d
künstliche Gefrieren am geschwindesten zuwege zu br
gen, nach ihm der Salpeter, und das Kochsalz,
es gleich das Eis am schnellsten schmilzt, am la
samsten.

Der ordentliche Zucker brachte nach Mairan
Wahrnehmung das Thermometer auf 4 Grad u
dem Gefrierpunkte; die Asche von grünem Holze
3 Grad, der Alaun auf $1\frac{1}{4}$ Grad. Nach Reaum
wurde das Thermometer durch geläutertes Stein
auf 17 Grad heruntergebracht.

Uebrigens bemerkt der Herr von Mairan,
insgemein die sauren Geister noch mehr thun, als
Salze selbst, daraus sie gezogen sind. So trieb s
Fahrenheit durch Salpetergeist und Schnee
Eis die künstliche Kälte bis zu — 40 Grade se
Thermometers.

Bisher hatte man geglaubt, daß das Quecksi
bey den größten Graden der Kälte noch flüssig bl
oder es sey wesentlich flüssig. Gmelin sah es
Jeniseisk in Sibirien im Jahr 1734 bis auf —
Grad der Fahrenheitschen Skale herabfallen,
daß es seine Flüssigkeit zu verlieren schien; in an
Fällen, die er auf seiner damaligen Reise beobach
zeigten sich im Thermometer Erscheinungen, die
Ge

Gefrieren ähnlich waren, welche er aber gar nicht dafür ansahe, sondern von dem Essig herleitete, mit dem man das Quecksilber gereinigt hatte. Am 14. Dec. 1759 aber sank dem Prof. Braun l) zu Petersburg bey einer Temperatur der äußern Luft von — 34 Grad nach Fahrenheit in einer Mischung von Schnee und rauchendem Salpetergeist das Quecksilber des Thermometers bis — 352 Grad herab, und er fand dasselbe, als er die Kugel aus der Mischung nahm, wider alle Erwartung fest und gefroren. Am 25. Dec darauf ward der Versuch wiederholt, und die Kugel des Thermometers zerbrochen, wobey sich das Quecksilber als eine feste, glänzende, metallische Masse zeigte, die noch weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab.

Auch wurde in diesem Zeitraume entdeckt, daß die Ausdünstung Kälte erzeugt. Der Herr von Mairan m) hat die Kugel eines Thermometers fast niemals in eine flüssige Materie, z. B. Wasser, getaucht, daß er nicht, indem er sie wieder herausgezogen, den Weingeist oder das Quecksilber in der Röhre merklich hätte fallen gesehen, wenn auch die umgebende Luft etwas weniger Kälte gehabt hatte, als das Wasser, daraus die Kugel war gezogen worden.

Unter andern nahm der Herrn von Mairan zwey Quecksilberthermometer, die er sieben bis acht Zoll weit von einander gestellt hatte. Die Kugel des einen

l) De admirando frigore artificiali, quo mercurius s. hydrargyrus est congelatus. Petrop. 1760. 4. und in Nov. comment. Petrop. T. XI. p. 268. Additamenta et supplem. ibid. p. 302.

m) Diss. sur la glace. P. II. sect. II. cap. 8. 9.

einen Thermometers wickelte er in einen leinenen Lap-
pen, welcher über ihr mit einem Faden zugebunde[n]
war; er tauchte sie ins Wasser, womit er ein Gefä[ß]
von feinem Thon, 3 Zoll im Durchmesser, angefüll[t]
hatte, und ließ alles in diesem Zustande, bis da[s]
Quecksilber dieses Thermometers den Wärmegrad de[s]
Wassers angenommen hatte. Dieser Grad wurde e[i]-
nerley mit demjenigen befunden, welchen das danebe[n]
stehende Thermometer in der Luft anzeigte, und welche[n]
beyde Thermometer den folgenden Tag noch zei[g]-
ten, nämlich den 8ten Grad über dem Frostpunkt[e].
Nachdem er nun das Gefäß, in welchem das ei[ne]
Thermometer eingetaucht war, hinweggezogen, so bli[es]
er mit einem großen Blasebalge, welcher eine ziemli[ch]
gleiche Wärme mit der Luft des Zimmers hatte, [in]
einer Weite von 4 bis 5 Zollen auf die nasse Leinwan[d],
in welche die Kugel gewickelt war. Alsdenn sahe [er]
sogleich das Quecksilber in der Röhre fallen, und [in]
weniger als zwey Minuten stand es 2¼ Grad niedrig[er]
als zuvor, d. i. 5½ Grad unter dem Gefrierpunkte, [wo]
es auch stehen blieb. Gleich darauf blies er auch a[uf]
die ganz bloße Kugel des andern Thermometers, u[nd]
da stieg das Quecksilber ohngefähr einen halben Gr[ad].

Der Herr von Mairan leitet diese Ersch[ei]-
nung von der Bewegung des an die Kugel des Th[er]-
mometers gelegten Wasserhäutchens in der Luft a[b];
vermuthlich, sagt er, bewege sich die feine Mate[rie]
in der Luft anders, als im Wasser. Zwar sey die L[uft]
an einem solchen Orte, z. B. in einem Zimmer, ni[cht]
stark bewegt, jedoch seyen ihre Theile niemals o[hne]
einige Bewegung. Daher falle das Thermometer [in]
einem solchen Zimmer nur um ein weniges, höchst[ens]
einen halben Grad, herab; wenn aber gegen

n

nasse Kugel in einer Weite von 10 bis 12 Zoll geblasen werde, so sey das Fallen um ein merkliches größer. Die nasse Leinwand um die Kugel des Thermometers herum erhalte ein Wasserhäutchen, welches sonst, wenn die Kugel bloß ins Wasser wäre getaucht worden, gar bald verdunsten, oder durch das Blasen zerstreut werden würde. Auch werde durch dieses Mittel dasselbe Häutchen in unendlich viele kleine Stückchen zwischen den Fäden zertheilt, deren Zwischenräume mit Wasser erfüllt sind. Denn es sey sehr wahrscheinlich, daß die Wirkung dieses Anstoßens oder dieser Berührung der Luft desto mehr und desto eher zu merken ist, je kleiner die Masse Wasser ist, an welche sie anschlage.

Richmann [n]) schrieb diese Erscheinung den in der Luft schwebenden kaltmachenden Theilen zu, welche von dem an der Kugel des Thermometers hangenden Wasserhäutchen angezogen würden. Cullen [o]) hingegen war der erste, der sie aus der Verdunstung der Wassertheilchen herleitete, wobey Wärme verbraucht werde.

Baume' [p]) hat über diesen Gegenstand mehrere Versuche angestellt. Er fand, daß das Eintauchen der

n) Tentamen explicandi phaenomenon paradoxum, scilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori descendere et ostendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis est, in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 290.

o) Von der Kälte, die durchs Ausdünsten flüssiger Sachen verursacht worden, in den neuen Edinburg. Vers. Th. II. 1755.

p) Sur le refroidissement que les liqueurs produisent en s'evaporant in Mémoir. presentés. T. V. p. 405 et 425.

der Kugel des Thermometers in Vitrioläther die schnell-
ste und stärkste Wirkung thue.

Nach Braun [q]) ist die Erkältung des Thermo-
meters desto größer, je geschwinder die Verdunstung
ist. In Oele und saure Geister getaucht zeigte das
Thermometer gar keine Erkältung, und in die letztern
wenn sie stark waren, vorzüglich in Vitriolöl, getaucht
fieng es in der Luft sogar zu steigen an, weil diese
Geister die Feuchtigkeit aus der Luft an sich zogen, und
sich damit erhitzten.

Wirkung der Wärme.

Ueber die erste Wirkung der Wärme, welche näm-
lich in einer größern Ausdehnung des Raumes besteh-
sind in diesem Zeitraume verschiedene Versuche ange-
stellt worden, theils um die ältern Beobachtungen nä-
her zu bestimmen, theils aber auch, um herrschende
Vorurtheile auf die Seite zu schaffen. So hatten d-
französischen Gelehrten geglaubt, daß die Verkürzun-
der Sekundenpendellängen in den heißen Erdstriche-
keine geringere Schwere unter dem Aequator anzeig-
als gegen die Pole hin, sondern sie leiteten vielmeh-
diese Beobachtung aus der Ausdehnung der Pendelsta-
gen durch die Wärme her. Um nun diesen wichtig-
Gegenstand einer nähern Prüfung zu unterwerfen
wurden die sogenannten Pyrometer erfunden. D-
französischen Akademisten selbst richteten nunmehr gr-
ßere Aufmerksamkeit darauf, und untersuchten i-
bey der Gradmessung in Peru mit vorzüglichem Fleiß
Grahams Erfindung, die Pendelstangen aus v-
schiedenen Metallen zusammenzusetzen, und den E-
st

q) Nov. comment. Petrop. T. X. übers. im neuen Ha-
burg. Magazin B. IV. S. 369. f.

fluß der Wärme durch Compensation aufzuheben, machte die Sache noch wichtiger. Durch alle diese Bemühungen wurde man endlich überzeugt, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering sey, um die gemachten Beobachtungen an den Pendellängen in dem heißen Erdstriche der Erde zu erklären.

Was die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme betrifft, so beobachtete Wolfg. Kraft das Gewicht einer goldenen Kugel in warmem und kaltem Quecksilber, und fand, daß sich das Quecksilber bey der Wärme des siedenden Wassers zu 0,01535 des Raums ausbreitete, den es im gefrierenden Wasser einnimmt. Auch de l'Isle stellte deßwegen Versuche an, und fand, daß sich der Raum des Quecksilbers beym Grade des gefrierenden Wassers zu seinem Raume beym Grade des siedenden Wassers wie 10000: 10150 verhält, welches mit Kraft's Bestimmung ziemlich übereinkommt. Dagegen bemerkt aber Martin Strömer[r]), daß diese Versuche nicht zuverlässig genug sind. Denn Kraft habe ein Gefäß mit Quecksilber in ein Gefäß mit Wasser gesetzt, und die Schwere der goldenen Kugel beobachtet, gleich da sich das Wasser mit einer Eisschale überzogen habe; dieß sey aber ziemlich unsicher, weil der untere Theil des Wassers den Grad des Gefrierens nicht so bald erreiche, als der obere, und das Quecksilber diesen Grad der Kälte aus dem Wasser noch später bekomme, und besonders, wenn es in einiger Menge vorhanden sey, ansehnliche Zeit dazu nöthig habe, nachdem der obere Theil des Wassers schon mit der Eisschale überzogen

sey.

r) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissenschaft. Th. VII. der Uebers. S. 166.

sey. Um nun diese Sache genauer zu untersuchen, füllte Strömer ein Thermometerglas mit einer engen Röhre, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, das er zuvor aufs genaueste gewogen hatte, ganz voll Quecksilber in einem sehr kalten Zimmer, wobey er vorzüglich darauf Rücksicht nahm, daß keine Luft zurückblieb. Hierauf setzte er das Glas in zusammen gedruckten Schnee, welcher nach ihm das sicherste Mittel ist, den Grad des Gefrierens zu bestimmen, ließ alsdann so viel Quecksilber auslaufen als konnte, und strich es glatt ab, daß es gleich eben gefüllt war. Darnach wog er das Glas zugleich mit dem darin gebliebenen Quecksilber in einem noch kältern Orte, als wo sich der Schnee befunden hatte, damit nicht etwas von Quecksilber beym Abwägen herauslaufen möchte. Alsdenn setzte er das Glas in stark siedendes Wasser, und ließ auf eben die vorerwähnte Art so viel Quecksilber, als konnte, herauslaufen, worauf er das Glas nebst dem zurückgebliebenen Quecksilber von neuem wieder wog.

Er fand, daß die Quecksilbermasse nebst dem Glase im zusammengedruckten Schnee $229\frac{25}{32}$ Aß wog. Nachdem ein Theil von dieser Masse durch das kochende Wasser war ausgetrieben worden, wog das übrige $226\frac{13}{32}$ Aß. Das leere Glas wog $32\frac{7}{32}$ Aß, und die Barometerhöhe war 25,535 zehntheilige Zolle. Hieraus folgt, daß beym Grade des siedenden Wassers $194\frac{3}{16}$ Aß Quecksilber eben so viel Raum einnehmen, als $197\frac{9}{16}$ Aß im gefrierenden Wasser, und daß der Raum des Quecksilbers beym gefrierenden Wasser zu dessen Raume beym kochenden Wasser sich wie $194\frac{9}{16}$ zu $197\frac{3}{16}$ oder wie 10000 : 10174 verhält. Da dieses mehr beträgt, als Kraft und de l'Isle gefunden haben, so vermuthet Strömer, daß der merk-

merkliche Unterschied von der verschiedenen Art, den Grad des Gefrierens zu bestimmen, herrühren werde, welcher im Wasser, dessen oberste Schale nur Eis ist, nicht so tief seyn könne, als im Schnee, welcher wirklich Eis sey.

Kraft und andere Physiker hatten gegen die gemeine Meynung, daß die Wärme alle Körper ausdehne, verschiedene Beyspiele, als Hölzer, Wurzeln, Leder, Knochen u.s.w. angeführt, welche durch Einwirkung der Wärme vielmehr in einen engern Raum gebracht würden, und dadurch zu beweisen geglaubt, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehne. Allein man hat dagegen bald angemerkt, daß die Wärme hiebey nicht allein unmittelbar, sondern auch noch mittelbar durch die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit wirkt. Diese verdunstet nämlich in der Wärme, daher gehen die Körper in der Hitze ein, und schwellen in der Kälte auf.

Der Herr von Reaumur s) fand, daß Eisen, Wismuth, Spiesglanz und Schwefel im Flusse einen größern Raum einnehmen, als im Zustande der Flüssigkeit.

Der erste, welcher Versuche über die Ausdehnung der hölzernen Stangen in der Kälte anstellte, war Andreas Celsius t) zu Upsal. Die Veranlassung hiezu gab ihm eine Abmessung, die er zu Ober-Torneo mit 15 Ellen langen Stangen von Fichtenholz vorhatte. Denn da diese Stangen in einer warmen Stube zubereitet wurden, so wollte er wissen, ob sie eine

s) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1726.
t) Abhandl. der schwed. Akad. der Wiss. Bd. I. der d. Uebers. S. 41. f.

eine gleiche Länge behalten würden, wenn die Abme
sung derselben in einer strengen Kälte geschähe. U
nun diesen Gegenstand gehörig ins Licht zu setzen, lie
er sich aus einer eisernen Stange ein drey Ellen lang
Maas verfertigen, das an beyden Enden mit zwe
Haken von 2 Zoll in einem rechten Winkel versehe
war; an dem einen Haken war eine geschliffene stäh
lerne Platte, und an dem entgegenstehenden ein M
krometer eingesetzt, welches jeden Schraubengang i
hundert Theile abtheilte, davon ein jeder Theil si
wie $\frac{47}{1000}$ oder größtentheils $\frac{1}{10}$ Theil eines Punkt
verhält. Dieser eiserne Maasstab blieb in einer Kan
mer stehen, wo das Reaumurische Thermometer ei
Wärme von 14 Grad über dem Gefrierpunkte zeigt
Nachdem er nun auf selbigem drey Ellen lange Sta
gen, die an beyden Enden mit Eisen versehen ware
gehörig abgemessen hatte, so setzte er sie 4 Tage lan
in die Kälte, während welcher Zeit Reaumurisc
Thermometer den 14ten Grad unter dem Frostpunk
zeigten. Hierauf wurden die Stangen in derselb
Kammer wieder gemessen, und die Theile des Mikr
meters aufgezeichnet, wie aus folgender Tabelle zu e
sehen ist.

	In der Kälte		in der Wärme		Untersch
trocken Tannenholz	1594	Theile	1564	Thle	30 Th
frisch Fichtenholz	1755	-	1736	-	19
trocken Fichtenholz	1490	-	1467	-	23
trocken Ellernholz	1959	-	1938	-	21
trocken Birkenholz	18 8	-	1797	-	21
trocken Espenholz	1952	-	1929	-	23
frisch Eschenholz	1870	-	1837	-	33
frisch Ahornholz	1787	-	1762	-	25
frisch Kirschbaumholz	1650	-	1621	-	29
frisch Apfelbaumholz	1684	-	1657	-	27

We

Wenn man aus allen diesen Unterschieden ein Mittel nimmt, so wird dieß 25 solcher Theile des Mikrometers betragen, welche sich wie $\frac{12}{1000}$ Theil einer geometrischen Linie verhalten; als so viel eine dreyellige Stange in der Kälte verlängert worden. Wenn man aber nur von Fichtenstangen ein Mittel nimmt, welche beym Messen am gebräuchlichsten sind, so macht solches 21 Theile an dem Mikrometer oder $\frac{1}{16}$ Theil einer Linie aus, mithin hat die Kälte eine jede Stange um $\frac{1}{8000}$ Theil länger ausgedehnt, als sie in der Wärme gewesen.

Wenn man nun, sagt Celsius, die Wirkung, welche diese Probe bey der Messung in Ober-Torneo verursacht, sehen und zugleich festsetzen wollte, daß dieser französische eiserne Maaßstab, wornach die Stangen justirt worden, genau Eine Toise bey der Wärme von 14 Graden gewesen, so muß die Länge des Mittagskreises bis auf $\frac{1}{6000}$ Theil oder eine Toise und $\frac{204}{1000}$ Theil vermehrt, mithin muß zu Folge dessen zu einem ganzen Grade von $57437\frac{9}{16}$ Toisen, noch $9\frac{573}{1000}$ Toisen zugesetzt werden, da denn der abgemessene Grad nach dem Polarkreis auf $57447\frac{473}{1000}$ Toisen hinausläuft, welches die Erde, nach Newton's Meynung, bey den Polen annoch flacher macht.

Was die andere Wirkung der Wärme, nämlich die Verdunstung betrifft, so hat man in diesem Zeitraume mancherley Hypothesen darüber aufgestellt. Musschenbroek [u]) meinte, die Bewegung der Theile durch den Stoß des Feuers allein reiche nicht zu, das Aufsteigen der Dünste zu erklären; denn sonst müßten sie so schnell, als der abgeschossene Schroot, in

u) Introduct. ad philosoph. natural. T. II. §. 2297.

in die Höhe steigen, welches man doch nie bemerke; auch verlasse das Feuer dünne Körper bald. Vielleicht dringe das Feuer in die Theilchen ein, vergrößere ihren Durchmesser, und verwandle sie in Bläschen, in welchen eine dünne Wasserhaut etwas weniges Feuer umschließe. Werde der Durchmesser nur 10mal vergrößert, so werde das Theilchen in den 1000fachen Raum ausgedehnt, also 1000mal leichter. Er hält aber das Daseyn der Bläschen nicht für ganz erwiesen, zumal, da das Eindringen der Luft selbst in solche hohle Körperchen die ganze Wirkung wieder vereiteln würde; er nimmt daher eine schon von Cartesius angenommene umdrehende Bewegung der Wassertheilchen zu Hülfe, und schließt endlich doch: das Feuer allein könne nicht die Ursache des Aufsteigens der Dünste bis in die Region der Wolken seyn. Es komme daher die Elektricität zu Hülfe.

Auch Desaguliers [x]) erklärt das Aufsteigen der Dünste durch die Elektricität. Wenn kleine Körper von dieser umgeben wären, so würden sie von der ebenfalls elektrischen Luft angezogen; so sey das Feuer (ignis mas) die erste Ursache des Herausgehens, und die Elektricität (ignis femina) die Ursache des fernern Aufsteigens der Dünste, wozu er noch das unterirdische Feuer, die Gährungen im Innern der Erde, die Winde u. s. hinzusetzt.

Bouillet [y]) ist der Meynung, die Luft, welche über die Oberfläche des Wassers hinwegrolle, nehme in ihre Zwischenräume Wassertheilchen mit sich fort, wel-

x) Philos. Trans. n. 407. und Course of exper. philos. T. II. lect. 10.

y) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1742.

welche ungeachtet ihres größern specifischen Gewichts nicht sogleich wieder herabfallen könnten.

Indessen hatte schon Wallerius Ericson *) durch verschiedene Versuche gezeigt, daß auch das Wasser im luftleeren Raume ausdunste. Er füllte ein Parallelepipedum, welches von verzinntem eisernen Bleche gemacht war, zur Hälfte mit reinem Regenwasser, das 6 Unzen und 483 Aß wog; dieses setzte er den 5ten Oct. um 5 Uhr Nachmitt. im Jahr 1737 unter eine große gläserne Glocke auf einem kleinen Tisch über den Teller der Pumpe.. Hierauf pumpte er die Luft aus und fand am folgenden Morgen um 7 Uhr, daß das Wasser 11 Aß von seinem Gewichte verloren hatte. Hiernächst schloß er dieses Wasser wieder, wie zuvor, in den luftleeren Raum. Nun ließ er Feuer in den Ofen machen, neben welchem die Luftpumpe stand; dadurch wurde zuwege gebracht, daß um 9 Uhr früh sich auswendig auf dem Parallelepipedo Wassertropfen, gleich einem Schweiße, in eben solcher Höhe ansetzten, als das Wasser von innen zu hoch war. Gegen 10 Uhr ließ er Luft hinzu, und wog das Wasser nebst dem Schweiße, da sich solches 6 Aß schwerer befand, als beym Anfange des Versuchs. Als aber der Schweiß abgewischt war, fand er das Wasser im Gefäße 6 Aß leichter, als beym Anfange des Versuchs, so daß der abgetrocknete Schweiß 12 Aß gewogen. Daher hatte das Wasser im Gefäße während dieser Zeit 6 Aß verlohren; die andern 6 Aß aber waren aus dem feuchten Leder, worauf die Glocke stand, ausgedunstet, und hatten sich im Aufsteigen auswendig an dem Gefäße angesetzt.

Aus

z) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissenschaft. B. II. d. deutsch. Uebers. S. 27. f.

Aus diesen und andern Versuchen schließt Wallerius, daß die Dünste nicht wegen ihrer Leichtigkeit in Ansehung der nächsten Luft nach den hydrostatischen Gesetzen sich von dem Wasser absondern und in die Höhe steigen, wie verschiedene glauben; denn es könne niemand ohne Ungereimtheit bejahen, daß die Dünste stets leichter wären, als der luftleere Raum, und wenn dieses auch wäre, so müßten solche unendlich weit über unsern Luftkreis aufsteigen, und niemals fallen. Hieraus folge, daß die Dünste nicht kleine, aus wässerigten und feurigen Theilchen zusammengesetzte Körper, und wegen der großen Feinheit und Leichtigkeit des Feuers weit leichter als die nächste Luft wären, in welche sie doch nach den Gesetzen der Hydrostatik aufsteigen müßten. Uns sey bekannt, daß das Wasser 850mal schwerer sey als die Luft, daher, wenn diese Meynung ihre Richtigkeit haben sollte, wenigstens 1000mal mehr Feuer oder Wärme als Wasser zu jedem Dunste erfordert würde. Man müßte demnach auf einem hohen Berge, welcher mit Nebel oder Wolken bedeckt sey, einen nicht geringen Grad der Wärme merken können, welches doch der Erfahrung ganz entgegen wäre.

Auch glaubt Wallerius hieraus schließen zu dürfen, daß die Dünste nicht Blasen von einem wässerigen Häutchen sind, und aus einer eingeschlossenen dünnen Luft bestehen, welche ihrer Leichtigkeit halber sich von dem Wasser absondern, und in die Atmosphäre aufsteigen. Denn aus dieser Meynung müßte nothwendig folgen, daß in einem luftleeren Raum keine Dünste aufsteigen könnten. Ueberdem müßte die das Häutchen umgebende Luft wegen ihrer stärkern Elasticität die Blase zusammen drucken und zersprengen

gen. Es werde daher eine ganz andere Ursache oder wirkende Kraft zur ersten Aufsteigung der Dünste, eine andere aber zu deren fernern Erhöhung und Schwebung in der Luft erfordert; die erstere werde eben sowohl in einem luftleeren Raume zuwege gebracht, die letztere aber erfordere die Mitwirkung der Luft. Was aber diese beyden Kräfte für eine Beschaffenheit besitzen mögen, und wie die Luft zu einer stärkern Ausdünstung diene, könne er aus seinem Versuche jetzt nicht erklären.

Im Jahr 1743 setzte die Akademie der Wissenschaften zu Bourdeaux einen Preis auf die Erklärung des Aufsteigens der Dünste, welchen Kratzenstein [a]) und Hamberger [b]) erhielten. Ersterer suchte die Dünste aus dem System der Bläschen zu erklären. Er verglich den Durchmesser derselben mit der Dicke eines Haars, und setzte ihn auf $\frac{1}{3000}$ eines Zolles. Was die Dicke des sie umkleidenden Wasserhäutchens betrifft, so nimmt Kratzenstein an, die blasenförmigen Dünste zeigten im verfinsterten Zimmer, durch einen Sonnenstrahl erleuchtet, so lange einerley Farbe, als ihr Wasserhäutchen einerley Dicke behielte; sie änderten aber die Farbe, sobald die Luft oder das in ihnen enthaltene elastische Fluidum die Dicke dieses Häutchens ändere. Da nun Newton durch Versuche mit Seifenblasen die Dicke des Wasserhäutchens bestimmt hatte, welche zur Hervorbringung jeder Reihe von Farben nöthig ist, so wendet Kratzenstein diese Bestimmungen auf die Farben des durch sol-

a) Abhandl. vom Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1744. 8.

b) Diss. sur la cause de l'élevation des vapeurs. Bourd. 1743. 4.

solche Dunstbläschen gehenden Sonnenlichts an, un
schließt daraus, die Dicke des Wasserhäutchens de
Dunstbläschen im natürlichen Zustande der Luft se
$\frac{1}{50000}$ eines engl. Zolles. Nun müßte ein Duns
bläschen, welches gerade in der Luft schweben sollt
wenn auch der eingeschlossene Raum völlig leer wär
bey $\frac{1}{50000}$ Zoll Dicke des Wasserhäutchens wenigsten
$\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser haben. Hätte es einen kleiner
Durchmesser, so würde es zu Boden sinken, oder sp
cifisch schwerer, als die Luft, seyn. Da nun Kra
zenstein den Durchmesser der Bläschen $\frac{1}{3000}$ Pa
Zoll, und also weit kleiner als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll g
funden hat, so schließt er daraus, daß die Bläsche
weit schwerer als die Luft seyen, und daß folglich d
Ursache ihres Aufsteigens nicht in ihrer Leichtigkeit li
gen könne. Er nimmt daher, um ihr Aufsteigen zu e
klären, seine Zuflucht theils zur Zähigkeit und de
Aufsteigen der Luft selbst, theils zu einer Art von Au
lösung, welche mit der chemischen nichts gemein ha
und von der man sich keinen recht deutlichen Begri
machen kann.

Hamberger erklärte das Aufsteigen der Düns
durch die Adhäsion der Theilchen an Feuer und Luf
an das Wassertheilchen auf der Oberfläche hängt si
nach ihm von innen das Feuer, welches seinen Z
sammenhang mit dem übrigen Wasser trennt, und vo
aussen die Luft. Da aber die Luft stärker darauf wirk
als das Feuer, so nimmt diese es an sich, und
wird es aus einer Luftschicht in die andere erhobe
In seinen 1750 neu herausgekommenen Elementis ph
sices aber hat Hamberger die Ausdünstung gänzli
durch eine Auflösung des Wassers in der Luft erklär
und von derselben eben so, wie von allen andern ch

n

mischen Auflösungen, Rechenschaft abzulegen gesucht. (S. Th. IV. S. 194.)

Wallerius hat aber diesen wichtigen Gegenstand in einigen nachfolgenden Abhandlungen, welche im 8ten, 9ten und 10ten Bande der Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. befindlich sind, noch viel weiter verfolgt, und aus seinen Erfahrungen folgende Gedanken über die Beschaffenheit der Dünste und die Ursachen ihres Aufsteigens abgeleitet:

Erstlich bemerken wir, daß die Dünste, die aus dem Wasser aufsteigen, so lange sie warm sind, eine starke Elasticität oder ausdehnende Kraft besitzen. Außer den Wasserdünsten haben auch anderer Körper Ausdünstungen diese ausdehnende Kraft. Außer andern Beyspielen führt er auch den 87ten Versuch von Hales Statik der Gewächse an, nach welchem dieser aus Aepfeln, welche in einem luftleeren Gefäße eingeschlossen gewesen, so viel ausdehnendes und flüssiges Wesen erhalten habe, daß es einen 48mal größern Raum einnahm, als die Aepfel selbst. Indessen, sagt er, gebe es auch andere Dünste, welche keine ausdehnende Kraft zeigten, und man habe noch nicht erforschen können, warum manche Dünste elastisch sind, manche nicht; vielleicht, meint er, erforderten einige Materien mehr, andere weniger Wärme, um diese merkwürdige Wirkung hervorzubringen.

Hier falle aber eine schwere und wichtige Frage vor: ob sich die Dünste, weil sie so viel elastische Kraft besitzen, in Luft verwandeln, oder ob die elastische Luft nichts anders sey, als eine Sammlung von Dämpfen und Dünsten? Obgleich, sagt er, Verschiedene diese Frage bejahen, so gebe es doch Ursachen, warum man sie verneinen müsse: 1. sey die ausdeh-

nende Kraft der Luft beständig, und gehe durch lan
wieriges und starkes Zusammenpressen nicht verloren
2. sey die wahre Luft höchst nöthig zum Athenhol
für Thiere und Menschen; Dünste und Dämpfe ab
wären für die Thiere ein gewisses Gift; 3. in Dü
sten und Dämpfen pflegten alle Feuerflammen zu ve
löschen, die sich doch in der wahren Luft erhielten;
weil man aus einem Apfel ein elastisches Wesen e
halte, das 48mal mehr Raum einnehme, als d
Apfel selbst, so müsse es im Apfel 48mal dichter z
sammengepreßt seyn; die Luft drucke das Quecksilb
in der Barometerröhre auf $31\frac{1}{2}$ Zoll, also müß
48mal dichtere Luft das Quecksilber auf $48 \cdot 31\frac{1}{2}$
1512 Zoll oder $151\frac{1}{3}$ Fuß erhalten; dieser Gewalt v
möge das zarte und dünne Wesen des Apfels nicht zu n
derstehen. Also habe es mit der wahren Luft eine ga
andere Beschaffenheit, als mit den elastischen Dü
sten des Apfels; 5. wüßten wir auch, daß die L
einerley bleibe, wenn sie gleich durch Regen gerein
werde, da sie doch dadurch geändert werden müß
wenn sie nichts anders als Dünste wäre. Hiera
und aus vielen andern Ursachen erhelle, daß zwisch
der elastischen Luft und dem elastischen flüssigen Wes
das von Dünsten und Dämpfen entsteht, ein Unt
schied statt finde.

Wallerius hatte nun behauptet, daß es e
andere Ursache beym ersten Aufsteigen der Dünste
ben müsse, und noch eine andere, sie in der Luft n
weiter zu erheben und zu erhalten. Was die erste U
sache betrifft, welche auch im luftleeren Raume st
finden müsse, so sucht er diese auf folgende Art a
zumitteln:

Es ist sehr wahrscheinlich, sagt er, daß, wenn flüssige oder andere Körper von der Wärme, von der Gährung oder einer andern Ursache in eine Bewegung gebracht worden, ihre kleinen Theilchen, die vorhin vermittelst der anziehenden Kraft zusammenhiengen, nur außer der Wirksamkeit ihres gegenseitigen Anziehens gebracht werden, und daß sie solchergestalt die zurücktreibende Kraft als Dünste ausbreitet und herumtreibt. Es sey bekannt, daß sowohl feste als flüssige Dinge eine anziehende Kraft besitzen, womit derselben Theilchen zusammenhängen, so gering auch die zusammenziehende Kraft, besonders bey flüssigen Dingen, seyn möge. Daher ließen sich auch derselben Theile nicht von einander trennen, als nur durch eine entgegengesetzte Kraft von hinreichender Stärke. Ferner sey bekannt, daß Feuer und Wärme die Körper aufs heftigste und stärkste in innerliche Bewegung brächten, und daß das Wasser und andere Körper bey stärkerer Wärme stärker ausdunsteten. Gleichfalls wisse man, daß Aufwallen oder Gährung eine innere Bewegung verursache, und dabey eine große Menge Dünste erhebe. Wenn also Theilchen vom Wasser oder von andern Körpern von der erwähnten oder andern Ursachen außer der Sphäre ihres Anziehens gebracht würden, so könne die zurücktreibende Kraft sie bis auf eine gewisse Entfernung erheben und ausbreiten, da sie alsdenn den Nahmen und die Gestalt der Dünste erhielten. Selbst die elastische Kraft der Dünste habe hiebey zu thun; sie könne aber von keiner andern Ursache herrühren, als von der Wirkung der zurücktreibenden Kraft, die sich im luftleeren Raume besser zeige, als in der Luft selbst, welcher Umstand zu Bestimmung der Ursachen des Ausdünstens allerdings nöthig sey.

Gegen diesen Satz scheine zwar zu streiten, da das Wasser bey seiner Verwandlung in Eis stärk ausdunste, als das Eis selbst; allein hierdurch leil die vorhin bestätigte Meynung nicht.

Ob nun aber gleich die Dünste durch die zurüc treibende Kraft aufzusteigen anfiengen, so könne do diese Ursache weder ihr weiteres Aufsteigen, noch i Hin- und Herschwimmen in der Luft erklären. D zurücktreibende Kraft wirke, wie alle andere einzel Kräfte, nur nach einer einzigen Richtung, entweder au wärts oder nach den Seiten, nicht aufwärts und na den Seiten zugleich. Nun zeige aber die tägliche E fahrung, daß die Dünste nicht nur in der Luft au steigen, sondern auch darin hin und her schwimme also könne diese Kraft nicht die Ursache seyn, wov die letztere Bewegung der Dünste herrührte. Auße dem sey bekannt, daß die zurücktreibende Kraft in e nem luftleeren Raume wirke, wo zwar die Dün aufstiegen, doch, wenn keine Luft zugelassen werd sogleich wieder fielen. Mithin sey augenscheinlich, d die zurücktreibende Kraft die Dünste weiter aufzust gen und in der Luft hin und her zu schwimmen nic veranlassen könne.

Man halte also dafür, daß die Dünste, für s betrachtet, unter gleichem Raume weniger Gewic hätten, als die darin befindliche Luft, und also na Maasgabe des hydrostatischen Gesetzes zu derjenig Höhe stiegen, wo sie mit der Luft gleich schwer wü den, da sie dann, so lange dieses Gleichgewicht daur da verblieben, und vor- und rückwärts nach der Ri tung des Windes getrieben würden. Da nun na Wallerius Meynung die Dünste weder aus d Feuers noch aus des Wassers Materie zusammengeset

au

auch nicht Bläschen von einer Wasserhaut wären, so frage es sich, wo ihre erwiesene Leichtigkeit in Vergleichung mit der Luft herrühre? Hier gesteht Wallerius, daß er nichts Zuverlässiges anzugeben im Stande sey; er bemerkt nur noch, daß einerley Wärmegrad die Dünste mehr ausdehne, als die Luft. Denn da das Wasser 850mal schwerer als die Luft sey, und die Wärme des siedenden Wassers, von der die Luft nur zum dritten Theile ausgedehnt werde, das Wasser 14000mal weiter ausbreite, so müßten die Dünste, die auf diese Art entstünden, 16½mal dünner und leichter als die Luft seyn, wodurch ein flüssiges Wesen entstehe, das nach den hydrostatischen Gesetzen in die Luft aufsteigen müsse.

le Roi [c]) bemerkt, daß alle bisherige Theorien über die Ausdünstungen nicht befriedigend wären, außer derjenigen, nach welcher die Ausdünstung als eine wahre Auflösung des Wassers in Luft angesehen werde. Indessen gebe es sehr wenige Naturforscher, die sie vertheidigt hätten, und überdem wäre sie bey weitem noch nicht so vollständig entwickelt worden, als sie es verdiene. Er sucht sie daher etwas weitläuftiger aus einander zu setzen. Da die Auflösungs-Theorie so vielen Beyfall gefunden hat, und selbst noch jetzt von einigen Naturforschern vertheidigt wird, so halte ich es für nöthig, sie hier nach le Roi's Gedanken umständlich zu erzählen. Seine Sätze sind folgende:

1. Das

c) Mém. sur l'élévation et la suspension de l'eau dans l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

1. Das Wasser wird in der Luft wirklich aufgelößt. Man werfe an einem heitern Sommertage etwas Ei in ein recht trockenes Glas. Das Glas wird davo bald trübe gemacht, und an seinen äußern Wände zeigt sich eine unzählbare Menge kleiner Wassertröp chen. Das Wasser, welches sich in so großer Meng an die äußern Glaswände legt, mußte doch vorher i der Luft schweben, und da es die Heiterkeit und Durch sichtigkeit derselben nicht minderte, mußte es in ihr voll kommen aufgelößt seyn.

2. Diese Auflösung hat alle Eigenschaften mit de Auflösungen der Salze im Wasser gemein. Luft von g gebener Wärme kann nicht mehr als eine bestimm Menge Wasser in sich aufgelößt erhalten; wird s kälter, so schlägt sich ein Theil des aufgelößten Wa sers nieder, wird sie wärmer, so lößt sie mehr au Le Roi sucht dieß durch mehrere Erfahrungen zu b stätigen. Im Augustmonat bey heiterm Himm verschloß er eine helle Glasbouteille genau, welche bl Luft von 20 Grad Wärme nach Reaumur enthiel Diese Bouteille stellte er ins Fenster, und einige Ta hernach bemerkte er des Morgens früh, daß d Thermometer bis auf 15 Grad herabgesunken wa eine solche Kälte war schon hinreichend, einen Ni derschlag des in der Luft aufgelößten Wassers in d Bouteille zu bewirken; dieses Wasser hatte sich näm lich in kleinen Tröpfchen an dem obern Theile der i nern Glaswand abgesetzt. Nachdem die Luft so k geworden war, daß sie nach dem Reaumur. Th mometer 6 Grad Wärme zeigte, so entstand im u tern Theile der Bouteille ein solcher starker Nebel, d er zu schließen sich berechtigt glaubte, ein Th des Gewichts der Luft wäre dem Wasser zuzuschreibe

w

welches die Luft aufgelößt enthielt. Nachdem die Wärme wieder stark genug wurde, so lößte die in der Bouteille enthaltene Luft das niedergeschlagene Wasser abermals auf.

Ferner verstopfte le Roi eine gläserne Kugel, und legte sie so auf eiskaltes Wasser; nach 3 bis 4 Minuten überzog sie sich inwendig mit vielen Wassertropfen, welche aber bald wieder verschwanden, wenn die Kugel erwärmt ward. Uebrigens will le Roi durch den Ausdruck: Auflösung der Salze im Wasser, nur so viel sagen, es gehe eine wahre chemische Auflösung vor; er gebraucht das Beyspiel der Salze bloß, die Sache mehr sinnlich zu machen, weil damals die Naturforscher noch nicht so, wie jetzt, an die Sprache der Chemie gewöhnt waren.

3. Hierauf sucht le Roi die Umstände zu bestimmen, unter welchen die Luft mehr oder weniger Wasser auflöse. Es giebt zwey Hauptursachen, der Wind und die Wärme, welche machen, daß die atmosphärische Luft nicht zu jeder Zeit eine gleiche Menge Wasser im aufgelößten Zustande enthält. Es müsse, sagt er, für jeden Zustand der Luft eine gewisse Temperatur geben, bey welcher sie anfangen würde, einen Theil des in ihr aufgelößten Wassers fallen zu lassen. Diese Temperatur nennt er den Grad der Sättigung der Luft. Wäre z. B. dieser Grad der Sättigung für einen gewissen Tag der zehnte Grad des Reaumurischen Thermometers, so würde die Luft über diesen Grad erwärmt immer noch mehr Wasser auflösen; gerade auf diesen Grad erkältet, zwar keines mehr auflösen, aber auch noch keines niederschlagen; unter diesen Grad erkältet hingegen desto mehr fahren lassen, je mehr sie erkältet würde. Hiernächst giebt er verschie-

dene Methoden an, den Grad der Sättigung zu jeder Zeit zu bestimmen. So schlägt er vor, ein Gefäß mit eiskaltem Wasser anzufüllen, damit sich an den äußern Wänden desselben in der Luft aufgelößtes Wasser merklich niederschlage; von diesem eiskalten Wasser soll man etwas in eine große von aussen sehr trockene Glaskugel bringen, und in selbige ein Thermometer stellen, um den Wärmegrad des Wassers zu beobachten; hierauf soll man das Wasser um einen halben Grad erwärmen. Wenn sich nun das in der Luft aufgelößte Wasser wiederum an der äußern Wand der Kugel niederschlägt, so soll man von neuem die Erwärmung des Wassers von halben Grad zu halben Grad vornehmen, bis man auf solche Art den Wärmegrad gefunden hat, bey welchem die Luft kein Wasser mehr an der äußern Wand der Kugel absetzt; dieser Grad ist der der Sättigung der Luft.

4. Wenn der Wind nach einerley Richtung und mit gleicher Stärke bläßt, so ist nach le Roi die Menge Wasser an verschiedenen Tagen und in denselben Stunden, welche die Luft im aufgelößten Zustande enthält, nahe der Wärme der Luft proportional. Dieser Satz, sagt er, werde durch die Erfahrung aufs vollkommenste bestätigt. Z. B. am 5ten Aug. 1750 habe er beym Thermometerstande von 19 Grad und beym Südwinde den Sättigungsgrad der Luft 15 Grad gefunden. Am 11ten Octob. darauf, bey demselben Winde und dem Thermometerstande von 15½ Grad, sey der Sättigungsgrad der Luft 11 gewesen.

5. Die Richtung des Windes und seine Stärke zeigen aber einen beträchtlichen Unterschied in der Menge des Wassers, welche die Luft aufgelößt enthält; man kann versichert seyn, daß die Luft zu Montpellier,

wel-

welche der Wind vom Meere herführt, die größte Menge aufgelößtes Wasser in sich faßt; da im Gegentheil die Luft, welche der Wind von Norden herführt, eine sehr geringe Menge aufgelößtes Wasser enthält.

Uebrigens schlägt le Roi Beobachtungen über den Grad der Sättigung in der Luft, mit andern meteorologischen Wahrnehmungen verglichen, als die besten Mittel vor, die wahren Ursachen der veränderlichen Auflösungskraft der Luft zu entdecken.

Wirkung eingeschlossener Dämpfe.

Die Dämpfe auf eine vortheilhafte Art zur Bewegung der Maschinen zu gebrauchen hat die Physiker und Mathematiker seit der Erfindung der sogenannten Dampfmaschinen gar sehr beschäfftigt. Vorzüglich sind die Dampfmaschinen in den englischen Bergwerken häufig angelegt, wo die Feurung mit Steinkohlen geschieht. Gleichwohl ist diese Feurung kostbar, und man verbraucht zu einer großen Feuermaschine in Cornwallis jährlich für 3000 Pfund Sterling Kohlen. Man hat aber an diesen Maschinen vornehmlich zwey Fehler bemerkt. Der erste ist, daß das eingespritzte kalte Wasser durch die große Hitze des Cylinders selbst erwärmt und zum Theil in Dampf verwandelt wird; der zweyte, daß eben dieses eingespritzte Wasser, welches auf den Boden des Cylinders zurückfällt, nicht nur den Cylinder abkühlt, sondern auch, bey der Wiedereröffnung des Regulators, den von neuem aufsteigenden Dampf so lange wieder verdichtet und in Wasser verwandelt, bis alles wieder so heiß als dieser Dampf selbst ist.

Diesen Fehlern hat der berühmte James Watt durch seine Erfindung im Jahr 1764 zu Glasgow in Schott-

Schottland abgeholfen. Er hat durch seine an der Dampfmaschine angebrachten vortheilhaften Abänderungen zugleich ihren Mechanismus so wesentlich von dem der bisherigen Art der Dampfmaschinen verschieden gemacht, daß die seinige eine eigene Gattung ausmacht, wenn gleich in Ansehung der Steurung dabey ziemliche Aehnlichkeit mit den ältern Dampfmaschinen zu seyn scheint. Die Wattsche Maschine beruht auf ganz andern Grundsätzen, als die Newcomensche; ihre bewegende Kraft ist nicht der Druck der Luft auf den Kolben des Cylinders, die dabey vielmehr ganz ausgeschlossen ist, sondern ganz allein die Elasticität der Wasserdämpfe, die auch nicht im Cylinder, sondern außerhalb demselben durch Abkühlung vernichtet werden.

Die Vortheile, welche diese Art der Maschinen vor den gewöhnlichen gewährt, sind in Ansehung der Feurung beträchtlich groß. Man rechnet, daß sie bey gleicher Wirkung $\frac{2}{3}$, ja sogar $\frac{3}{4}$ des Brennmaterials ersparen.

Eine Nachricht von der Geschichte der Erfindung und eine kurze Beschreibung derselben wurde zuerst im Göttingischen Magazin der Wissenschaften und Literatur von Lichtenberg und Forster im 3ten Jahrg. St. 2. Götting. 1782. S. 218. bekannt gemacht, unter dem Titel: Nachricht von der durch James Watt erfundenen Verbesserung der Feuermaschine. Aus dem Engl. der Mineralogia Cornubiensis des Wm. Pryce, von Kirchhof.

Dieser Nachricht zu Folge erhielt Watt über die von ihm erfundene Dampfmaschine im Jahr 1768 ein königl. Patent, um sie zu seinem Nutzen allein verfertigen zu können. Im Jahr 1774 trat er zu Bir-

ming

mingham mit Boulton in Gesellschaft, und erbauete mit ihm eine Maschine zu Soho bey Birmingham. Er erhielt 1775 eine Verlängerung seines Privilegiums, und treibt seit dieser Zeit mit Boulton das Geschäft in Gesellschaft. Beyde haben seitdem mehrere Dampfmaschinen in England zu Stande gebracht, nicht nur um Grubenwasser aus Schächten zu heben, sondern auch, um dadurch andere Maschinen in Bewegung zu bringen.

Bey der ersten Einrichtung der Dampfmaschinen hatte Watt vorzüglich dafür gesorgt, daß der Cylinder in einer steten gleichförmigen Hitze erhalten werde. Zu dem Ende machte er die Einrichtung so, daß nicht nur gar kein kaltes Wasser in denselben hineingespritzt wird, sondern er schützt ihn auch gegen die Luft und alle andere Kälte durch ein Behältniß, das ihn umgiebt, und das beständig mit dem heißen Dampfe angefüllt ist. Ueberdem wird sein Cylinder noch mit einer Substanz bekleidet, welche die Hitze langsam durchläßt. Ferner macht er ein so vollkommenes Vacuum, daß es beynahe dem im Barometer gleich kommt, und zwar dadurch, daß er den Dampf in einem besondern Gefäße verdickt, welches er den Condensator nennt, und das er nach Gefallen abkühlen kann, ohne den Cylinder zu erkälten; indem er es in kaltes Wasser stellt, und noch überdem kaltes Wasser hineinspritzt.

Dieses eingespritzte Wasser, und die daraus abgesonderte Luft, zieht er durch Pumpen, welche die Maschine selber treibt, aus dem Cylinder oder Condensator wieder heraus, und die etwa nachgebliebene bläßt er durch den Dampf vollends heraus.

Weil

Weil die zwischen dem Cylinder und dem Stempel eindringende Luft die Wirkung der Maschine verhindern würde, so läßt man bey den bisher gewöhnlichen Feuermaschinen etwas Wasser auf den Stempel fließen, damit der Zugang der Luft verschlossen werde: indem es nicht zu erwarten ist, daß solche ungeheuer große Stempel, als die Feuermaschinen haben, im Auf- und Niedergange völlig luftdicht seyn können. Ob nun gleich diese Art, den Stempel zu sichern, bey den gewöhnlichen Maschinen keinen Schaden anrichtet, so wäre sie doch den neuern Maschinen äußerst nachtheilig. Aus der Ursache ist ihr Stempel viel accurater gemacht, damit der Dampf, der aus dem äußern mit einem Deckel versehenen Cylinder auf den Stempel des innern Cylinders drückt, mittelst seiner ausdehnenden Kraft eben dieselbe Wirkung hervorbringen könne, als in den andern Maschinen der Druck der Atmosphäre; sobald nämlich ein Vacuum unter ihm zuwege gebracht ist. Diese Art zu arbeiten schließt die Luft gänzlich vom innern Cylinder aus, und giebt der Kraft durch die vermehrte Elasticität des Dampfes einen vortheilhaften Zuwachs.

Der Cylinder, der große bewegliche Baum, die Pumpen u. s. w. stehen an ihrer gewöhnlichen Stelle. Der Cylinder ist, im Verhältniß gegen seine Wirkung, schmäler als gewöhnlich, und sehr accurat gebohrt. In den vollkommensten Maschinen ist er in einer kleinen Entfernung von einem zweyten Cylinder eingeschlossen, der unten einen Boden, und oben einen Deckel hat. Aus diesem Zwischenraume geht unten im Boden eine weite an beyden Enden offene Röhre in den Kessel hinein, wodurch derselbe stets mit Dampf angefüllt ist, und dadurch den innern Cylinder mit dem

Dam-

Dampfe stets in einer gleichförmigen Erhitzung erhält, folglich keine Verdickung des Dampfes in demselben möglich ist, welche daselbst schädlicher als in dem äußern Cylinder seyn würde.

Der innere Cylinder hat einen Boden und einen beweglichen Stempel wie gewöhnlich; weil er aber nicht so hoch ist wie der äußere, der ihn umgiebt, und dieser letzte mit einem Deckel geschlossen ist, so kann der Dampf aus diesem Zwischenraume oben in den innern Cylinder auf den Stempel desselben einfließen.

Der Deckel des äußern Cylinders hat in der Mitte ein Loch, worin die Stempelstange, die vollkommen rund und sehr genau gearbeitet ist, auf und nieder geht, und dieses Loch ist, damit es völlig dampfdicht sey, noch überdem mit einer darauf angeschrobenen Einfassung von Werg umgeben.

Unten im Boden des innern Cylinders sind zwey bewegliche Schieber angebracht, wovon der eine den Dampf aus dem Zwischenraume in den innern Cylinder unter dem Stempel desselben hineingehen lassen, oder ihn auch abschließen kann. Der andere Schieber öfnet oder verschließt die Mündung einer Röhre, die zum Condensator führt. Der Condensator besteht aus einer oder mehreren Pumpen mit Schuh und Klappen, die von dem großen Waagbaum der Maschine mittelst Ketten bearbeitet werden. Unten in dem Boden dieser Pumpen ist die Röhre, die vom Cylinder kommt, befestigt, und der ganze Condensator steht in einer Cisterne kalten Wassers, welche durch die Maschine gefüllt wird.

Gesetzt nun, die Luft sey aus dem Condensator herausgeblasen, und beyde Cylinder wären mit Dampf ange-

angefüllt; so wird der Schieber, der den Damp unten in den innern Cylinder hineingehen läßt, ge schlossen, der andere aber, der zum Condensator führt geöfnet, und der Dampf strömt nun mit großer He tigkeit in den luftleeren Raum des Condensators hinein Darin berührt er aber die kalten Seiten der Röhr und der Pumpen, und begegnet einer Einspritzung vo kaltem Wasser, die mit dem Ausleerungsschieber zu gleich geöfnet wird. Hierdurch wird ihm den Augen blick seine Hitze beraubt, und er in Wasser verwan delt. Der etwa noch übrige Dampf aber zieht, we ein völliges Vacuum im Condensator bleibt, nach und wird ebenfalls verdickt; so daß der innere Cylin der vollkommen ausgeleert wird. Nun hat der Damp der sich im äußern Cylinder befindet, keinen Wide stand mehr von dem untern Dampfe des innern Cy linders gegen sich, sondern druckt mit seiner ganze Elasticität oben auf den Stempel. Dadurch wi derselbe bis zum Boden des innern Cylinders heru ter gepreßt, und an dem andern Ende des Baum das Wasser mittelst der Pumpen gehoben. Jetzt wi der Ausleerungsschieber geschlossen und der Damp schieber wieder geöfnet. Dieser läßt den Dampf abe mals unter dem Stempel hineingehen, welcher demna durch das Uebergewicht der Pumpenstangen in die Hö gezogen wird, und so ist die Maschine wiederum zu zweyten Stoße fertig.

Nach der Zeit aber hat Watt noch größ Verbesserungen an der Maschine vorgenommen, u sehr wesentliche und vortheilhafte Abänderungen dar angebracht, welche in der Folge angeführt wer sollen.

Di

Thierische Wärme.

Die Meynungen der Physiologen und der Physiker über die thierische Wärme sind von jeher verschieden gewesen. Sie haben sich vorzüglich in zwey Hauptpartheyen getheilt, wovon die eine dieselbe aus chemischen, die andere aus mechanischen Principien ableitete. So glaubt Cromwell Mortimer[d]), es werde durch Gährung Luft aus dem Blute entwickelt, welche das Feuer in Bewegung setze. Hamberger[e]) suchte die Wärme des Bluts in der Auflösung seiner schwefelartigen Theilchen durch die laugenartigen, und bringt sie in Verbindung mit den Wärmeerzeugungen im Taubenmist, feuchten Heu, in Lumpen u. s. w. Noch andere glauben, daß die Wärme des thierischen Körpers sich aus dem Verdauungsproceß der Nahrungsmittel, nebst den übrigen Mischungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Absonderungen, entwickle. Diese Meynung hat besonders Stevenson[f]) vertheidigt. Er sagt: es giebt überhaupt zwey Naturoperationen, bey welchen sich Wärme entwickelt, nämlich bey der Gährung und bey der Fäulniß; diese beyden Operationen vergleicht er mit dem, was im thierischen Körper vorgeht, und schließt daraus, daß die thierische Wärme die Wirkung einer Art Fäulniß sey.

Aus

d) Philos. Trans. num. 467. übers. im Hamb. Magazin B. I. S. 291 — 300.

e) Physiologia medica. Jenae 1751. 4. p. 24.

f) Essais et observations de medicine de la societé d'Edimbourg, ouvrage trad. de l'Anglois. T. VI. art. 77.

Aus mechanischen Principien haben besonder
Boerhaave [g]) und Georg Martine [h]) den Ur
sprung der thierischen Wärme abgeleitet. Diese Mey
nung suchte man aus folgenden Gründen darzuthun
die Bewegung erzeuge stets mehr Wärme, und bleib
im strengsten Froste das einzige Mittel, dem Tode z
entgehen; der schnellere Pulsschlag sey allemal mi
mehr Wärme begleitet; die Wärme nehme durch meh
rere Festigkeit und Dichtigkeit der Gefäße zu, z. B
bey Erwachsenen sey sie größer, als bey Kindern
Alter und Krankheiten, welche den Pulsschlag ve
minderten, erregten auch stets Kälte; in erstarrte
Körpern komme die Wärme sogleich wieder, wen
durch irgend einen Reiz die Bewegung des Herzen
und der Kreislauf des Bluts wieder verstärkt werd
u. s. w. Hieraus schloß man, die Wärme verhal
sich direct, wie die Geschwindigkeit des Bluts, un
umgekehrt, wie der Durchmesser der Gefäße. Hie
durch ward erklärt, warum die Wärme in den ve
schiedenen Theilen des Körpers fast einerley sey, we
in den größern Gefäßen größere Geschwindigkeit m
weniger Reibung, in den kleinern hingegen geringe
Geschwindigkeit mit mehr Reibung verbunden se
imgleichen, warum kleine Thiere eben so warm sin
als große, weil sich die gleich großen Blutkügelch
in den engen Gefäßen der kleinern Thiere stärker r
ben müßten u. s. w. Diese Meynung widerlegt ab
schon Stevenson aus Beobachtungen der Aerzt
welche beweisen, daß die Wärme keinesweges de
Verhältnisse der Pulsgeschwindigkeit folge; denn
giebt Krankheiten, wobey der Puls außerordentli

g) Institut. rei medicae.

h) De animalibus similibus et animalium calore libri
Lond. 1740. 8.

geschwind geht, und gleichwohl die Wärme sehr gering ist, da im Gegentheil bey andern Krankheiten ein langsamer Pulsschlag mit großer Hitze verbunden ist. Auch Hunter [i]) schließt aus seinen Versuchen über das Erfrieren der Thiere, daß die thierische Wärme ihren Grund nicht in dem Kreislaufe des Bluts haben könne, weil auch solche Thiere der Kälte widerstehen, in welchen kein Kreislauf statt findet.

Noch andere glaubten, die thierische Wärme habe ihren Sitz in der Lunge. Ihre Gründe sind diese: die große Lungenader erleide in ihren Ab- und Unterabtheilungen Abänderungen, welche die ausdehnende und zusammenziehende Bewegung der Lunge in den Gefäßen verursache, über welche die Lungenadern gelagert wären, daher müsse das Blut getheilt, und seine Reibung vermehrt werden. Diese Meynung bestreitet aber Stevenson aus folgenden Gründen: 1. die Erhaltung unsers Lebens und der Wärme hange vornemlich von der Beschaffenheit der von der Lunge eingesogenen Luft ab; 2. sey die Wirkung der Lungengefäße auf das Blut weder zur Hervorbringung der Circulation, nach der Wärme nothwendig, weil vermöge der Erfahrung des D. Hooke das eine und das andere statt finde, wenn auch gleich die Lunge beständig ausgedehnt wäre; 3. sey es unmöglich, daß sich das Blut in der Lunge erwärme, wo es der Berührung einer weit kältern Luft ausgesetzt sey, als sie selbst ist; überdem geschehe das Athemhohlen in einer kalten Luft viel schneller, als in einer heißen, da es doch vielmehr vermindert werden sollte, wenn sich das Blut in der Lunge erwärmte. Endlich aber sey die Wärme eines jungen Huhns

i) Philos. Transact. Vol. LXV. P. II. num. 42.

Huhns in dem Ey, und des Kindes im Mutterleibe ein unzubezweifelnder Beweis, daß die thierische Wärme ihren Ursprung nicht in der Lunge haben könne.

Noch andere waren der Meynung, daß die thierische Wärme ihren Grund in dem Reiben der festen Theile gegen einander habe. Allein Stevenson bemerkt dagegen: 1. daß die festen Theile weder hart noch trocken wären; Eigenschaften, welche nothwendig erfordert würden, wenn sie sich durchs Reiben erwärmen sollten; 2. wären diese Theile keinesweges geschickt, Wärme hervorzubringen; 3. das Reiben der festen Theile könnte auch über keiner großen Fläche sich erstrecken, und 4. alle Fibern wären mit Feuchtigkeiten umgeben, die es hinderten, daß sie sich je durchs Reiben an einander erwärmen könnten.

Der schottländische Arzt Robert Douglas [k]) erklärt die thierische Wärme aus der Reibung der Blutkügelchen in den feinsten haarröhrenartigen Blutgefäßen, deren Weite geringer, als der Durchmesser der Kügelchen ist. Diesem Systeme giebt er ein sehr demonstratives Ansehen, und sucht besonders daraus begreiflich zu machen, warum die Temperatur des Bluts eine unveränderliche Größe sey, und bey großer Wärme der äußern Luft fast gar keine, in der Kälte hingegen sehr viel innere Wärme erzeugt werde. Nämlich durch äußere Wärme werden die feinen Gefäße so stark erweitert, daß die Blutkügelchen ohne Reibung durchgehen, also wenig oder gar keinen Ueberschuß über die äußere Temperatur erzeugen; die Kälte hingegen verengert die Gefäße und vermehrt dadurch

k) Essay concerning the generation of heat in animals. Essais sur la generation de la chaleur des animaux, trad. de l'Angl. à Paris 1751. 8.

durch das Reiben in eben dem Maaße, in welchem sie strenger wird. Brisson sucht dieses System zu widerlegen, und bemerkt, daß die vermeinte Verengerung der Gefäße durch die äußere Kälte eine leere Einbildung sey, weil sich ja die vom Reiben entstandene Blutwärme den Gefäßen augenblicklich mittheilen, und ihren Durchmesser wieder erweitern müßte. Auch führt von Haller dagegen an, daß bey Fröschen und Fischen die innere Wärme äußerst gering sey, obgleich die Mikroskope zeigen, daß die feinen Gefäße dieser Thiere gerade eng genug sind, um nur ein einziges Kügelchen zu fassen, welches noch dazu eine ovale Gestalt annehmen muß, um durchzukommen, in welchem Falle also die Wärme sehr beträchtlich seyn müßte, wenn sie von dieser Ursache herrührte.

John Caverhill [l]) leitet die Wärme von der Wirkung der Nerven her. Er fand durch Verletzung des Rückenmarks bey einem Caninchen den Puls geschwächt und die Wärme beträchtlich vermindert. Noch andere, z. B. D. Cullen, nehmen in der thierischen Oekonomie ein eigenes Princip des Lebens an, welches die Eigenschaft habe, in verschiedenen Körpern bey einerley Geschwindigkeit des Bluts eine verschiedene Wärme hervorzubringen.

Die Meynung, daß das Blut durch die eingeathmete Luft abgekühlt werde, welche schon vor Stevenson ältere Aerzte behauptet haben, ist von dem Herrn von Haller widerlegt worden; dieser nimmt an, es komme Luft zur Mischung des Bluts, und beym

l) Experiments on the cause of heat in living animals and the velocity of the nervous fluid. Lond. 1770. 8.

beym Ausathmen werden flüchtige, salzige, faule Ausdünstungen, auch Phlogiston ausgeführt. Den Gedanken, daß die Wärme des Bluts durchs Athmen entstehe, haben nach Stahl außer andern Aerzten vorzüglich auch Boerhaave, Hales und Arbuthnot gehabt, welche glaubten, das Blut werde in den Lungen durch das Athmen verdichtet und erwärmt. Der Graf von Buffon nimmt die Lungen für das Gebläse an, das zur Belebung des Lebensfeuers diene.

Drittes Kapitel.

Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten.

Man hatte zwar bisher auf mancherley Art wahrgenommen, daß verschiedene Körper unter gewissen Umständen elastische Flüssigkeiten aus sich entwickeln, und daß bey andern Umständen die atmosphärische Luft einen beträchtlichen Theil ihrer Elasticität verliere; allein man hatte noch keine richtige Vorstellung von der Menge der sich entwickelten und der eingesogenen elastischen Flüssigkeit. Erst Hales war hierauf aufmerksam. Johann Bernoulli hatte bereits ein Mittel angegeben, die bey aufbrausenden Auflösungen sich entwickelnden luftförmigen Flüssigkeiten aufzufangen (Th. III. S. 261.). Hales gieng aber viel weiter, er gebrauchte zu seinen Versuchen Gefäße mit Wasser, in welchen mit Wasser gefüllte gläserne Glocken umgestürzt waren, und leitete die aus den Körpern entwickelte Luft unter diese Glocken, in wel-

welchen sie ihrer specifischen Leichtigkeit wegen in den obern Theil aufstieg, und sich über das Wasser setzte.

Hales [m]) hat eine große Menge Versuche angestellt, welche fast alle Stoffe in der Natur begreifen. Er hat über den Erfolg der Verbrennung, Gährung, der Verbindungen u. a. m. Untersuchungen angestellt. Einige seiner Versuche sind in folgender Tafel enthalten:

Versuche durchs Destilliren.

Mit Gewächsen.

Ein Cubikzoll oder 270 Gran Eichenholz	256	Cubikzoll
Ein Cubikzoll, oder 398 Gran Erbsen	396	—
142 Gran trockener Tobak - -	153	—
Ein Cubikzoll Anisöl - - -	22	—
Ein Cubikzoll Olivenöl - -	80	—
Ein Cubikzoll Weinstein - -	504	—
Ein Cubikzoll, oder 270 Gran Ambra	270	—

Mit thierischen Stoffen.

Ein Cubikzoll bis zur Trockniß destillirtes Schweinsblut - -	33	—
Etwas weniger als ein Cubikzoll Unschlitt	18	—
Ein Cubikzoll, oder 482 Gran Dammhirschhornspitzen - - -	234	—
Ein Cubikzoll, oder 532 Gran Austerschaalen - - - - -	324	—
Ein Cubikzoll Honig - -	144	—
Ein Cubikzoll, oder 253 Gran gelb. Wachs - - - - -	54	—
Ein menschlicher Blasenstein, ¾ Cubikzoll groß, 230 Gran schwer -	516	—

Mit

m) Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. Statique de Vegetaux trad. de l'Angl. par Mſr. *Buffon*. deutsch Hales Statik der Gewächse. Halle 1747. 4.

Mit Mineralien.

Ein Cubikzoll, oder 316 Gran Steinkohlen - - -	360	Cubikzoll
Ein Cubikzoll schwarze Dammerde	43	—
Ein Cubikzoll Spießglanz - -	28	—
½ Zoll Kochsalz und ½ Zoll gebrannte Knochen - - -	54	—
½ Cubikzoll, oder 211 Gran Salpeter mit Beinasche - - -	90	—

Versuche über Gährung.

42 Zoll schwach Bier in 7 Tagen -	639	—
26 Cubikzoll zerquetschte Aepfel in 13 Tagen - - - - -	968	—

Versuche über die Auflösungen und Verbindungen.

	entwickelte Luft	eingesogene Luft
½ Cubikzoll Salmiak mit 1 Zoll Vitriolöl - - - -	5-6 Zoll	
An den folgenden Tagen wurden 15 eingesogen.		
6 Cubikzoll Austerschalen und eben so viel destill. Essig in einigen Stunden - - - - -	29 —	
In 9 Tagen wurden 21 zerstört, und die andern 8 verschwanden, als lauwarmes Wasser auf die Mischung gegossen ward.		
2 Cubikzoll Königswasser auf einen flach geschlagenen goldenen Ring gegossen - - - -	4 —	
2 Cubikzoll Königswasser auf ½ Zoll Spiesglanz gegossen in 3-4 Stunden - - - - -	38 —	

Nach

	entwickelte Luft	eingesogene Luft
Nach einigen Stunden waren 14 zerstört.		
1 Würfel Scheidewasser auf $\frac{1}{4}$ Zoll Eisenfeilspäne - -	43 Zoll	
$\frac{1}{4}$ Zoll Eisenfeil und 1 Cubikzoll gepulv. Schwefel - - -		19 Zoll
1 Cubikzoll Scheidewasser auf eben so viel Kies gegossen - - - -		85 —
1 Cubikzoll Scheidewasser auf eben so viel Steinkohlen, 18 Zoll, von welchen in den folg. Tagen 12 wieder hervorgebracht wurden - -		18 —
2 Cubikzoll ungelöschten Kalk und 4 Zoll Essig - - - - -		22 —
2 Cubikzoll Kalk und eben so viel Salmiak - - - - -		115 —
In geschmolzenen Schwefel getauchte und angezündete Leinwand sog in einem großen Gefäße ein - -		198 —
In einem kleinern Gefäße - -		150 —
2 Gran Urinphosphor - - -		28 —
hatte nach der Entzündung nur $\frac{1}{2}$ Gran verloren, nach einiger Zeit einen Zuwachs am Gewichte von 1 Gran erhalten.		
Ein in eine starke Salpeterauflösung eingetauchtes, und mittelst eines Brennglases unter einer Glocke angezündetes Stück Papier bewirkte - - - -	80 —	
In einigen Tagen nahm diese Menge von Luft ab.		

Versuche mit brennenden Körpern und über das Athemholen der Thiere.

	entwickelte Luft	eingesogene Luft
Ein brennendes Licht, ¾ Engl. Zoll im Durchmesser - - -	-	78 Zoll
Eine unter einer 2024 Cubikzoll haltenden Glocke eingeschlossene Ratte - - -	-	78 —
73 Cubikzoll Luft nahmen durchs Einathmen von einem Menschen, bis er dem Ersticken nahe war, bis auf 20 Zoll ab.		

Außer diesen und noch weit mehreren Versuchen, welche nicht angeführt werden können, hat Hales Beobachtungen über diesen Gegenstand gemacht, welche Aufmerksamkeit verdienen, und kürzlich angeführt werden müssen, besonders da er der erste war, welcher die Gründe zu den so großen Erweiterungen, welche die Physik nach ihm erhielt, legte.

Er untersuchte die Sauerbrunnenwasser genauer, als seine Vorgänger, und fand, daß diese Wasser noch einmal so viel Luft, als die gemeinen Wasser, enthielten. Auch muthmaßte er, daß diese Luft ihnen den stechenden Geschmack gebe, den man an ihnen bemerke.

Ferner muthmaßte er, daß die Säuren überhaupt und besonders der Salpetergeist Luft enthielten; allein die Destillirung des Scheidewassers zeigte ihm einen entgegengesetzten Erfolg; er beobachtete nämlich statt einer Zunahme eine merkliche Abnahme am Umfange der Luft. Er folgerte hieraus, daß die sauren Dämpfe Luft einsaugen, und daß diejenige Luft, welche man durch Verbindung der Säuren mit den laugensal-

zigen

ßigen Stoffen gewinnt, wohl nicht den letztern ganz zugehören könne. Indessen meint er, daß die Säure einen Antheil derselben liefern könne, und daß sie wahrscheinlich die Luft zuwege bringe, welche man bey Auflösungen der Metalle in Säuren erhalte.

Die große Menge von Luft, welche bey der Verpuffung aus dem Salpeter entbunden wird, eignet Hales den Wirkungen des Schießpulvers zu, wozu jedoch, seiner Meynung nach, die Ausdehnung des Wassers hinzugerechnet werden muß, welches sich hiebey in Dämpfe verwandelt. Daß der Weingeist nicht wie der Salpeter verpufft, ob er gleich wie dieser eine große Menge Luft enthält, dieß geschieht nach Hales deßwegen, weil die Luft in selbigem inniger verbunden ist und zur Absonderung derselben eine stärkere Hitze erfordert wird; und eben aus der im Weinsteine befindlichen großen Menge Luft und ihrer starken Anhängung an demselben leitet er die Wirkungen des Knallpulvers her.

Er suchte das eigenthümliche Gewicht der Luft zu bestimmen, welche er durch die Destillation aus dem Weinsteine entbunden hatte, allein er hat nicht gefunden, daß sie in dieser Rücksicht von der atmosphärischen Luft verschieden wäre; es ergab sich das nämliche Resultat, er mochte eine frisch aus dem Weinsteine erhaltene, oder eine von mehr als 10 Tagen aus demselben entbundene Luft anwenden.

Ferner hat Hales wahrgenommen, daß die Menge der entweder durchs Verbrennen des Schwefels oder der Kerzen oder durchs Athmen der Thiere eingesogenen Luft verschiedene Erscheinungen zeigte, je nachdem man größere oder kleinere Gefäße oder Glocken gebrauchte; er bemerkt nämlich, daß die Menge der eingeso-

gesogenen Luft überhaupt in großen Gefäßen mehr beträgt, als in kleinen; jedoch in Vergleichung mit ihrem Inhalte in den kleinern beträchtlicher, als in den großen sey. Weiter macht er die Bemerkung, daß diese Einsaugung der Luft ihre Grenzen habe und nur bis zu einer gewissen Stufe gehe.

Bey seinen Versuchen hat er zwischen der Entwickelung und Einsaugung der Luft eigene Abwechselungen wahrgenommen, welche er aber nicht zu erklären wußte. Durch die Verpuffung des Salpeters z. B. erhielt er eine große Menge Luft, welche aber täglich an Elasticität und Umfang abnahm. Ueberhaupt beobachtete er dieß bey sehr vielen künstlichen Luftarten. Auch bemerkte er, daß während dem Brennen der Kerzen die Einsaugung der Luft nicht allein statt fand, sondern auch verschiedene Tage nachher anhielt.

Hales war der Meynung, daß die aus den Körpern entbundene Luft, z. B. die, welche beym Verbrennen, oder zum Athmen der Thiere, gebraucht worden war, von der atmosphärischen Luft nicht verschieden wäre, und nur in so fern einen besondern Erfolg hervorbrächte, als sie durch fremde Dünste verunreinigt und schädlich geworden wäre. Er versuchte daher, sie durch Flanell zu seihen, welcher mit zerflossenem Weinsteinsalze getränkt worden war, und dieß Mittel gelang ihm vollkommen. Nachdem sie durch dieses Seihezeug gegangen war, so taugte sie wieder zum Einathmen der Thiere. Eine Lampe brannte unter einer Glocke, welche mit einem mit Weinsteinsalze getränkten Flanell gefüttert war, länger, als sie unter einer nicht gefütterten gebrannt haben würde, obgleich der Flanell den innern Raum um ein beträchtliches verminderte. Hierbey machte Hales die wichtige Bemerkung, daß

die

die Scheidewände, wodurch die Luft geseihet worden war, merklich am Gewicht zugenommen hatten.

Auch hat Hales gefunden, daß viele Substanzen, z. B. Erbsen, Wachs, Austerschalen, Amber u. s. durch Destillation eine Luft gaben, welche sich anzünden ließ, und sogar diese Eigenschaft behielt, nachdem sie durch Wasser gewaschen worden war.

Was die Entstehung der Metallkalke im Feuer betrifft, so leitete Hales dieselbe, wie die übrigen Naturforscher seiner Zeit, aus dem Beytritte des Feuers mit dem Metalle her; außerdem aber behauptete er, daß die Luft zu dieser Wirkung das ihrige beytrüge, und von ihr die Zunahme der Metallkalke am Gewichte zum Theil herrührte. Diese Meynung gründete er darauf, daß er von 1922 Gran Bley durch Destillation nur sieben Zoll Luft erhalten, da ihm im Gegentheil eben so viele Mennige 34 Zoll gegeben hatte.

Ferner bemerkte Hales, daß der Pyrophorus den Umfang der Luft, in welcher man ihn glimmen ließ, verminderte; daß der Salpeter im luftleeren Raume nicht mehr verpuffen konnte; daß die Luft zur Bildung der meisten Salzkrystalle nothwendig erfordert ward; daß gährende Gewächse anfänglich eine große Menge Luft hervorbrachten, und nachher wieder welche einsogen u. d. gl. Die Abnahme des Umfangs der Luft, welche während dem Verbrennen einiger Körper erfolgt, eignet er bald dem Verluste ihrer eignen Elasticität zu, bald scheint er zu glauben, daß diese Luft während dem Verbrennen wirklich gebunden und eingesogen werde, und seine Untersuchungen hierüber scheinen einige Ungewißheit zurückgelassen zu haben. Er glaubt, daß die atmosphärische Luft, die näm-

nämliche, welche wir einathmen, in die Zusammen setzung der meisten Körper eingehe; daß sie in ihnen unter einer festen Gestalt befindlich, ihrer Elasticitä und des größten Theils der Eigenschaften, die man ihr gewöhnlich beylegt, beraubt sey; daß die Luft gleich sam das Band der Natur und von ihr die große Härte einiger und ein großer Theil der Schwere anderer Kör per herrühre; daß diese Substanz aus so dauerhaften Theilen bestehe, daß die Gewalt des Feuers sie nicht zu verändern im Stande sey, und daß sie sogar, nach dem sie Jahrhunderte in einer festen und trockenen Gestalt befindlich gewesen sey und Proben aller Ar ausgehalten habe, unter gewissen Umständen ihre Ela sticität völlig wieder erhalten, und wiederum eine, de: Flüssigkeit unserer Atmosphäre völlig gleiche, elasti sche und dünne ausgedehnte flüssige Materie werden könne. Endlich betrachtet er die Luft als eine solch Materie, die bald fix, bald flüssig sey, und unte die Zahl der chemischen Grundstoffe gebracht werden und einen Platz einnehmen müsse, welchen man bi dahin keinesweges als solchen angesehen hatte.

Ein Paar Jahre nach Hales gab der berühm te Boerhaave seine Elemente der Chemie heraus in welchen er in einem eigenen Absatze etwas weitläu tig die Natur der Luft mit ihren Eigenschaften unter sucht. Ueber die Bindung und Entbindung der Lu ist er nicht immer mit sich selbst einig gewesen; bal scheint er zu läugnen, daß die Luft sich mit den Kör pern verbinde, und etwas zur Bildung ihrer feste Theile beytrage; bald aber scheint er die entgegengesetz Meynung anzunehmen, und sich auf die Seite de Herrn Hales zu neigen. Bey Vergleichung meh rer Stellen in seinen Schriften aber erhellt ganz deu

lich

lich, daß ihm Hales Versuche zu einer Veränderung seiner Meynung brachten und er die Lehre von der Bindung der Luft in den Körpern bis zu einem gewissen Grade annahm, daß ihm aber auch zu gleicher Zeit dieselbe nicht hinreichend genug erwiesen zu seyn geschienen hat, um ihn dahin zu bewegen, dasjenige zu widerrufen, was er derselben in seinen Schriften entgegengesetzt hatte. Am Ende seiner Abhandlung von der Luft in den Elementen der Chemie erklärt er sich ganz für die Meynung des Herrn Hales; daselbst führt er eine Menge über die durch eine Verbindung von den Körpern entbundne Luft genau angestellter Versuche an, bey welchen er die Auffangung der Luft durch weit vorzüglichere Mittel, als Hales, bewerkstelligt hat, indem er die Berührung der Oberfläche des Wassers von der entbundenen Luft verhütete. In dieser Rücksicht verdienen daher Boerhaave's Versuche eine größere Aufmerksamkeit, als des Hales seine, weil diese noch eine Ungewißheit in Ansehung der Menge der entbundenen und eingesogenen Luft, wovon oft ein Theil vom Wasser absorbirt wird, zurücklassen. Boerhaave arbeitete nämlich beständig im leeren Raume der Luftpumpe und unter einer Glocke, deren innerer Raum ihm bekannt war; er pumpte die Luft sorgfältig aus, ehe er die Mischung vornahm, und beurtheilte die Menge der entbundenen Luft hernach vermittelst eines Barometers. Durch diese Zurichtung fand er, daß $1\frac{1}{2}$ Quentchen Krebssteine bey der Auflösung in $1\frac{1}{2}$ Unze destillirten Essig 81 Cubikzoll Luft hervorbrachten; daß ein Quentchen Kreide bey der Auflösung in 2 Unzen derselben Säure 151 Zoll derselben lieferte; und daß die Verbindung des gestoßenen Weinsteinöls sowohl mit dem Essig, als mit der Vitriolsäure, ebenfalls eine beträchtliche Menge

der-

derselben lieferte. Bey der Auflösung des Eisens in Scheidewasser erfolgte ein starkes Aufbrausen, wobe sich nach Boerhaave's Bemerkung sogleich ein elastische Luft entwickelte, welche aber das Quecksilbe nicht so weit herabtreiben konnte, als einem so starke Aufbrausen, so heftigem Platzen und so dichten rothe Dämpfen zu entsprechen schien. Hieraus, sagt er erhelle es, daß die heftigsten Explosionen der Körpe ohne proportionirte Entwickelung einer elastischen Lu erfolgen können. Bey der Vermischung von rauchen dem Salpetergeist mit gemeinem Kümmelöl hingege entwickelte sich eine solche beträchtliche Menge Luft daß der Versuch gefährlich anzustellen war, wofer man nicht die Vorsicht beobachtete, sehr große Gefäß zu nehmen und nur eine sehr geringe Menge daz anzuwenden.

Auf diese Versuche folgen einige Erörterunge über die Entbindung der Luft, welche beym Verbrei nen, bey der Gährung, bey der Fäulniß und bey e nigen Destillationen statt findet. Endlich schlie Boerhaave seine Abhandlung mit folgenden B trachtungen:

Alle diese verschiedenen Mittel, sagt er, welc sich darin ähnlich sind, daß sie vermittelst des Feue wirken, zeigen, daß die elastische Luft in die Zusan mensetzung der Körper, als ein Bestandtheil und s gar als ein ziemlich beträchtlicher, eingeht. Zweife noch jemand daran, so wird er wenigstens eingestehe daß man aus allen bekannten Körpern vermittelst d Feuers einen Stoff ziehen kann, welcher, wenn einmal abgeschieden ist, flüssig und mit einer Elasti tät begabt ist, durch Gewichte zusammengepreßt we den kann, sich in der Kälte zusammenzieht und in d

Wä

Wärme oder bey einer Verringerung der zusammenpressenden Ursache ausdehnt. Nun kennen wir aber an dem, was wir, wenn es von seinen übrigen beygemischten Theilen geschieden ist, das Elastische der Luft nennen, keine andere Eigenschaften, als diese erwähnten. Man muß also zugeben, daß das Feuer wenigstens aus allen Körpern eine elastische Luft abscheidet. Eine solche Substanz war also auch in denselben befindlich gewesen, äußerte aber die Wirkungen der Luft nicht. Sobald sie von denselben getrennt ist und sich mit andern Theilen ihrer Art vereinigt, so erhält sie ihre ursprüngliche Beschaffenheit wieder und bleibt solche Luft, bis sie sich von neuem in ihren einzelnen Theilen wiederum mit nicht luftigen, sondern andern Theilen einer verschiedenen Art vereinigt, mit welchen sie in Ruhe bleiben, sich vereinigen, und auf einige Zeit einen einzigen Klumpen ausmachen kann, ohne inzwischen etwas von ihrer erstern Beschaffenheit zu verlieren; denn sie erscheint beständig einerley, sobald sie von den Banden, welche sie zurückhielten, befreyt und mit andern ähnlichen luftigen Theilen vereinigt ist. Sie ist also unter allen diesen verschiedenen Umständen unveränderlich; von einem Körper geschieden ist sie eine wahre Luft wie zuvor, und besitzt eine Neigung, sich mit andern Theilen zu verbinden, um von neuem einen solchen Körper wieder zu erzeugen, als sie eben verlassen hat. Keine Kunst zeigt diese Art von Zerlegung und Zusammensetzung deutlicher, als die Chemie. Ich könnte, fährt er fort, verschiedene Beyspiele davon anführen. Allein ich habe die sehr wohl ausgearbeitete Abhandlung mit vielem Nutzen gelesen und empfohlen, welche **Stephan Hales** vor zwey Jahren, unter dem Titel: Statik der Gewächse, herausgegeben hat; denn im sechsten Kapitel

dieses Werks hat er die über diesen Gegenstand ange stellten Versuche mit vieler Mühe und Genauigkei zusammen und in der möglichst besten Ordnung vorge tragen, und diese Materie erschöpft. Ich verweise mei ne Leser also dahin, wo sie finden werden, welch Fortschritte die Kunst gemacht hat, uns die Natu zu enthüllen.

Der berühmte Stahl, von dessen Schriften e nige später, als des Hales seine, herauskamen scheint des letztern Versuche von der Bindung de Luft nicht gekannt zu haben. Denn noch im Jah 1731 in der Schrift: experimenta observationes animadversiones CCC. §. 47. schrieb er: die elast sche Ausdehnung ist der Luft so wesentlich eigen, da man sie nie als eine dichte Anhäufung, weder für sic noch in irgend einer Verbindung mit andern Substa zen, betrachten könne.

Die entzündlichen und schädlichen Schwaden w ren den Bergleuten schon längst bekannt gewesen; a lein es hatte noch niemand daran gedacht, sie aufz fangen, und Versuche damit anzustellen. Lowther scheint der erste gewesen zu seyn, welcher dieß in Au führung zu bringen suchte. Bey der Bearbeitu einer Steinkohlenmine drang nämlich zuerst Wass und gleich darauf viele Luft durch das Wasser mit nem Zischen hervor, welche von daran gehaltene Lichte wiederholt entzündet ward, und mit einer blä lichen Flamme brannte. Man leitete sie durch ei angebrachte Zugröhre hinaus. Hielt man über selbi ein

n) An account of the damp air in a Coal-Pit of Sir J *mes Lowther* Bar. sunk within 20 yards of the se communicated by him the Royal society. Philos. Tra Vol. XXXVIII. (1733. 34.) N. 429. p. 109. sqq.

einen Trichter, an welchem eine Blase gebunden war, so konnte diese in wenigen Sekunden mit der Luft angefüllt werden. Auf solche Art brachte man sie in zugebundenen Blasen nach England, wo sie Lowther durch Tobakspfeiffenröhre in die Flamme eines Lichts druckte; sie fieng Feuer und brannte am Ende der Röhre so lange, als er sie aus der Röhre herausdruckte, wenn er sie gleich vom Lichte wegnahm. Auch gelang dieser Versuch vor der königlichen Societät, nachdem die Luft beynahe einen Monat in der Blase aufbewahrt worden war. Uebrigens ließ sie sich nur durch Flamme entzünden.

Desaguliers o) gab sich Mühe, zu zeigen, daß einige Schwaden in Gruben bloß durch das Brennen der Lichter unter der Erde veranlaßt werden könnten, ohne daß ein schädlicher Dampf hinzukäme, selbst, wenn der Grund der Grube mit der äußern Luft in Gemeinschaft stände, wofern nur letztere nicht mit Gewalt hinein gedruckt würde. Er führt daher folgende Versuche an:

1. In einer an beyden Seiten offenen cylinderförmigen gläsernen Glocke, deren untere Oeffnung im Wasser befindlich, die obere aber mit einer Platte bedeckt ist, welche ein beynahe einen Zoll weites Loch hat, verlosch ein Licht in einer nicht vollen Minute.

2. Ward die Glocke ganz zugedeckt, so brannte das Licht beynahe eben so lange.

3. Blieb

o) An experiment to schew that some Damps in Mines &c. in Philos. Transact. Vol. XXXIX. (1735. 1736.) N. 442. p. 281. sqq.

3. Blieb das Loch im Deckel der Glocke offe[n] und war vermittelst einer Röhre der äußern Lu[ft] der Zugang zum Boden verstattet, so braunte d[as] Licht nur ein wenig länger, als beym ersten Versuch und bließ man mit dem Munde in die Röhre, so ve[r]losch es noch eher.

4. Bließ man hingegen mit Blasebälgen in d[ie] Röhre, so braunte das Licht so lange, als man wollt[e].

Maud [p]) vermuthete, daß die Ursache der En[t]zündung der brennbaren Luft, mit welcher Lowthe[r] Versuche anstellte, von einer großen Menge in i[hr] schwebender schweflichter Dünste herrühre; daher ka[m] er auf den Gedanken, durch Kunst dieselbe Lu[ft] hervorzubringen. Er nahm nämlich zwey Quentche[n] Vitriolöl, das er mit acht Quentchen Wasser ve[r]mischte, brachte diese Mischung in ein zehn Zoll we[i]tes und drey Zoll tiefes Glas mit einem flachen Bode[n] und langem Halse, und schüttete zwey Quentchen E[i]senfeile hinein; es entstand sogleich eine starke Erhi[t]zung mit einem heftigen Aufbrausen, und Dämpfe sti[e]gen empor. An der Oeffnung des Halses am Gla[se] hatte er eine luftleere Blase befestigt, in welche d[ie] Dämpfe vermittelst eines Pfeiffenrohrs geleitet wu[r]den. Auf solche Art konnte man so viele Blasen fü[l]len, als man wollte, so lange das Aufbrausen daue[r]te. Zwey von diesen Blasen wurden vor der Gesel[l]schaft versucht; sie zeigten die nämlichen Erscheinu[n]gen, wie Lowther's aufgefangene Luft, nur m[it] dem Unterschiede, daß erstere eine andre Farbe in d[er] Flam[me]

p) A chemical experiment, serving to illustrate the Pha[e]nomenon of the inflammable air shewn to the Roy[al] society by Sir *James Lowther* in Philos. Trans. Vo[l.] XXXIX. p. 282. sqq.

Flamme zeigte, als letztere. Als er einen Theil aus der Blase herausgedruckt, und die Hand weggezogen hatte, entzündete sich auf einmal alle zurückgebliebene Luft mit einem starken Knalle, wie ein Pistolenschuß. Maud macht hiebey die Bemerkung: es sey merkwürdig, daß die Luft gleichsam von der Mischung erzeugt, oder sonst, da sie im Metall in einem unelastischen Zustande gebunden gewesen, wieder frey geworden wäre, und meint, dieser Versuch könne eine wahrscheinliche Ursache der Erdbeben, Vulkane und aller feurigen Ausbrüche der Erde, abgeben.

Duhamel [q]) hatte inzwischen verschiedene Beobachtungen beym Brennen des rohen und beym Löschen des lebendigen Kalks gemacht, welche hier angeführt zu werden verdienen, ob er gleich die wahre Ursache davon noch nicht anzugeben im Stande war. Er fand, daß der weiße Marmor ohngefähr ein Drittel von seinem Gewichte verlor, wenn er in einem sehr starken Feuer gebrannt ward, und gleichwohl war er, wie er aus dem Feuer kam, noch nicht durch und durch bis zum Mittelpunkte verkalkt, sondern in der Mitte blieb noch ein Kern. Der Kalkstein von Courcelles, welcher vorzüglich zum Bauen gebraucht wird, ist bey weitem nicht so schwer zu verkalken gewesen, und überhaupt schien die Calcination desto schneller und leichter von statten zu gehen, je mürber der Stein war. Die Steine von Courcelles verloren beym Brennen etwa 8 Unzen und 4 Quentchen vom Pfunde, d. i. ein wenig über die Hälfte von ihrem Gewichte. Wurden sie hierauf an die Luft gelegt, so bekamen sie Risse, zerfielen zu einem Pulver, und erhielten einen Theil des

q) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1740.

des verlornen Gewichts nach und nach wieder, ab
$5\frac{1}{2}$ Unzen fehlten doch aufs Pfund an demjenigen G
wicht, welches sie vor der Calcination hatten.

Duhamels Versuche über das Löschen des l
bendigen Kalks sind diese: Er nahm 16 Unzen Ka
von Courcelles, löschte ihn mit Wasser bis er so dün
wie ein Brey war, und ließ ihn alsdann an der Lu
trocknen; er wog hierauf 26 Unzen, und hatte folgli
einen Zuwachs von 10 Unzen erhalten. Anhalten
Stubenwärme hatte das Gewicht dieses Kalks
einer ziemlich beträchtlichen Zeit nicht merklich verri
gert. Viel größer war die Menge Wasser, weld
der Marmorkalk einsaugte.

Duhamel hatte dasselbe Wasser, welches
in den Kalk hatte einziehen lassen, durchs Feuer wi
der zu verjagen gesucht, aber viele Schwierigkeit
dabey gefunden. Ob er gleich einen Schmelzofen hie
gebrauchte, in welchem das Feuer durch einen Bla
balg angeblasen ward, so hat der Kalk doch allem
einen Zuwachs am Gewichte von $5\frac{1}{2}$ Quentchen au
Pfund behalten, welches er vom zurückbleibenden Wa
ser ableitete, das nicht hatte entbunden werden könne
Dieser Kalk hatte alsdann die Beschaffenheit des ung
löschten Kalks und zeigte alle Erscheinungen desselbe

Bey den Verbindungen des ungelöschten Kal
mit den Mineralsäuren nahm er wahr, daß ein stark
und durchdringender Dampf entbunden ward, welch
die Silberauflösung fällte, und dieser Umstand lie
verbunden mit seinem Geruche, ihn vermuthen, d
er Salzgeist wäre.

Einige noch unvollständige Wahrnehmungen üb
die Stickluft haben die Herrn d'Arguier und v
Me

Mengaud [r]) gemacht. Des erstern Abhandlung ist bereits im Jahr 1748 vorgelesen worden. Zwey Männer geriethen durch die Luft eines ausgetrockneten tiefen Brunnens in Lebensgefahr, kamen aber doch an der atmosphärischen Luft wieder zu sich, obgleich der eine eine halbe Stunde lang sich darin aufgehalten hatte; die Lichtflamme löschte sie aus, aber eine an der äußern Luft angezündete Raquete brannte darin; sie tödtete einen Hund und zwey Sperlinge, und ertheilte dem Wasser weder Geruch noch Geschmack; ein Kohlkopf verwelkte in ihr bald; Schießgewehr gieng in ihr nicht los; elektrische und magnetische Kraft litten in ihr keine Aenderung; der Dampf von brennendem Oele verbesserte sie in so weit, daß ein junger Hund über eine Stunde und ein kleiner Vogel sieben Minuten in ihr leben konnten; Menschen wurden immer in derselben betäubt und bange. D'Arguiet leitet ihre Schädlichkeit vom Mangel der Elasticität her.

Herr von Mengaud hatte wahrgenommen, daß der Brunnen nach vier Tagen nicht feucht geworden war; daher schließt er, daß man seine Schädlichkeit nicht von den Wasserdünsten herleiten könne. Er bemerkt, daß Touzart aus 60 bis 80 Tropfen eines solchen Brunnenwassers 3 Unzen einer Säure erhielt, welche Gold in der Hand aufgelößt habe, ohne sie zu beschädigen.

Uebrigens wird noch angeführt, daß von Mengaud die Säure der Stickluft schon 1747 einiger Maaßen wahrgenommen habe.

Bigot

r) Histoire et memoires de l'Acad. roy. des sciences, inscriptions et belles lettres de Toulouse. T. I. à Toulouse 1782. 4. Götting. Anz. v. Jahr 1783. St. 3. S. 17-30.

Bigot de Morogues [s]) schrieb eine Abhan-
lung von der Verderbniß der Luft in Schiffen, wori
einige hieher gehörige Betrachtungen enthalten sin
In der Einleitung, wo davon geredet wird, daß d
Luft zur Erhaltung unsers Lebens nothwendig sei
äußert **Morogues** die Vermuthung, daß die Se
luft gesunder, als die Landluft sey, und gründet sei
Meynung darauf, daß das Wasser die schweflicht
und mineralischen Ausdünstungen, welche am schä
lichsten seyen, einsauge. Daher müsse die Luft üb
der Oberfläche der Meere viel reiner, als irgend ei
andere, seyn; ein bloßer leichter geschmackloser wäss
richter Dampf steige in die Höhe. Daß die Besatzu
gen der Schiffe auf weiten Reisen gleichwohl so viel
Krankheiten unterworfen wären, rühre daher, da
solche Schiffe gleichsam ihren eigenen Dunstkreis hä
ten und einen eigenen Grundstoff der Verderbung d
Luft enthielten, welche die Besatzungen einathmete
Seiner Meynung nach ist die Luft auf dem Schi
mit der äußern nicht gleich warm, scheine aber wä
mer zu seyn, als sie es in der That wäre, weil
wegen ihrer geringern Bewegung und der Anhäufu
mit Dünsten dichter sey, und daher die wärmere Au
dünstung der Körper nicht so leicht verfliegen lass
sie besitze viele Aehnlichkeit mit der Luft in Grube
und das schwache Licht der Lampen beweise, daß
einen Theil ihrer Elasticität verloren habe; daher
sie der Gesundheit der Menschen außerordentlich schä
lich. Wenn die Luft zum Athmen tauglich seyn sol
so müsse sie natürlich dicht, kühl und in Bewegu
seyn, und die Erfahrung lehre, daß eine mit grof
Di

s) Mémoire sur la corruption de l'air dans les vaisse
in Mémoir. de Mathemat. et de Phys., présent. à l'Ac
Roy. des scienc. T. I. à Paris. 1750.

Dünsten geschwängerte Luft dem Leben der Thiere schädlich sey, ja ihre eigenen Ausdünstungen wären im Stande, sie zu tödten. Er beruft sich auf die mit eingeschlossenen Thieren angestellten Erfahrungen, und scheint die dabey vorgehende Veränderung in dem Verluste der Elasticität und einer Verderbung zu setzen, welche von den Ausdünstungen der sich erhitzenden Lebensmittel, den Ausdünstungen der Thiere und ihres Mistes und den Verdunstungen und Unreinigkeiten der Menschen herrühre. Insbesondere aber werde sie durch das unten im Schiffe stehende und faulende Wasser verunreinigt, wie dieß mehrere Erscheinungen zeigten.

Die Ausdünstung der Besatzung sey beträchtlich; auf einer Fregatte von 30 Kanonen und 250 Mann könne man wenigstens annehmen, daß 100 Mann sich beständig im eingeschlossenen Raum befänden, von welchen sich in 24 Stunden 150 Pfund Ausdünstung mit der daselbst befindlichen Luft vermische. Rechne man alle übrige Ausdünstungen dazu, so könne man sie sicher auf 350 Pfund schätzen, welche einen Raum von 5 in Dünste ausgedehnten Cubikfußen Wassers einnähmen und in der eingeschloss'nen Luft ohngefähr den 4ten Theil des Raums ausmachten. Schon hierdurch müsse die Luft viel von ihrer Elasticität verlieren; sie verliere aber noch mehr, indem sie von denselben Menschen beständig eingeathmet werde. Hierauf berechnet Morogues nach Hales Versuchen, daß ein jeder Mann binnen 24 Stunden über 3 Cubikfuß sehr verdorbene Luft einathme, von welchen $\frac{2}{3}$ Fuß Dünste wären, welche, wie Wasser verdichtet, $\frac{5}{4}$ Cubikzoll ausmachen würden.

Venel [t]) hat in zwey eigenen Abhandlunge
Untersuchungen über die elastische Flüssigkeit in de
sogenannten Sauerbrunnen angestellt. Seine Absich
gieng vorzüglich dahin, gegen die Meynung des Herr
Hoffmann und Slare zu beweisen, daß das Se
terwasser und die meisten Wasser, welche man Saue
brunnen zu nennen pflege, weder sauer noch lauger
salzig seyen; daß der stechende Geschmack und di
Blasen, welche nach ihrer Oberfläche aufsteigen, un
die Wirkung des Champagner Weins, Biers un
Cyders nachahmen, nur von einer beträchtlichen Meng
elastischer Flüssigkeit, oder mit diesen Wassern, un
zwar im Stande einer Auflösung, verbundener Luf
herrühren. Venel hat es dahin gebracht, diese Luf
durch bloßes Schütteln zu entbinden, in eine feucht
Blase aufzufangen, und ihre Menge zu messen
Sonst mochte er sich eines Mittels zur Erreichung die
ses Zweckes bedienen, welches er wollte, entweder de
Luftpumpe, der Hitze, oder der Vorrichtung des Herr
Hales, der Erfolg war doch beständig der nämliche
und er hatte immer beobachtet, daß das Selterwasse
ohngefähr $\frac{1}{5}$ seines Volumens an elastischer Flüssigkei
enthielt.

Sobald er dem Selterwasser die Luft, welche e
im aufgelößten Zustande enthielt, entzogen hatte, s
besaß es keine von den Eigenschaften mehr, welche e
zu einem Sauerbrunnen machten; anstatt des stechen
den Geschmacks spürte man nun einen stumpfen, e
braußte nicht mehr; kurz es war bloß ein gewöhnliche
Wasser, welches nach Venel noch etwas Kochsal
enthält.

Di

t) Mémoir. presentés par les sçavans etrangers. T. II
p. 53. sqq.

Da Venel erwiesen hatte, daß das Selterwasser seine Eigenschaften der Luft zu danken habe, so versuchte er auch, dergleichen Wasser zu verfertigen. Folgende Betrachtungen leiteten ihn auf dergleichen Versuche: Die Luft, sagt er, ist im Wasser auflößlich; das Beyspiel der brausenden Weine, selbst das des Selterwassers, dient zum Beweise; man muß aber diese Flüssigkeit zu gleicher Zeit als eine solche ansehen, welche eine nähere Verwandtschaft zu sich selbst als zu dem angewendeten Auflösungsmittel hat. Daraus folgt, daß dieß Auflösungsmittel nie Stärke genug besitzen wird, für sich allein die Anhäufung der Luft zu trennen, und daß diese Trennung ein Umstand ist, welcher der Auflösung vorher gehen muß. Dem Herrn Venel schien hiezu kein Mittel geschickter zu seyn, als die Salze selbst in dem Wasser, welches sie auflösen sollte, zusammenzusetzen; er konnte sich darauf verlassen, auf solche Art ein Brausen hervorzubringen, und mithin eine große Menge Luft zu entbinden. Da nun diese Luft in dem Zustande einer gänzlichen Zertrennung sich befand, so war sie gerade zur Auflösung am geschicktesten. Diese Meynung glaubte Venel durch folgenden Schluß als richtig annehmen zu dürfen. Nach ihm ist das Ausbrausen nichts anders, als eine wahre Fällung der Luft; zwey Körper erregen bey ihrer Vereinigung mit einander bloß darum ein Brausen, weil sie gegen einander eine nähere Verwandtschaft besitzen, als einer derselben oder beyde zusammen, gegen die Luft, womit sie verbunden waren. Es ist aber bekannt, daß bey sehr vielen chemischen Fällungen, wenn bey denselben sehr viel Wasser angewendet wird, und der Niederschlag im Wasser auflößlich ist, dieser in dem Maaße, als er gefällt wird, auch wieder aufgelößt wird; das näm-

nämliche muß der Luft unter ähnlichen Umständen begegnen.

Nach allen diesen Betrachtungen that Venel zwey Quentchen Sodesalz und eben so viel Salzsäure in eine Pinte Wasser. Hiebey brauchte er die Vorsicht, die Verbindung der Stoffe nicht eher zu bewirken, bis die Flasche zugestopft war. Durch dieses Mittel gelang es ihm, ein Wasser zu bereiten, welches dem Selterwasser nicht allein vollkommen ähnlich, sondern noch viel stärker mit Luft geschwängert war.

Diese Versuche ließen noch eine sehr sonderbare Erscheinung zu erklären übrig, welche seiner Meynung zu widersprechen schien: Hoffman hatte nämlich angemerkt, daß die Töplitzer und Pfefferser Wasser in Deutschland, wie viele andere geistige oder Sauerbrunnen, ganz und gar nichts Salziges enthielten; diese Wasser waren also offenbar nicht durch die von Venel angewendeten Mittel luftig geworden, und es folgte hieraus offenbar, daß sein Verfahren nicht das Verfahren der Natur war. Die Erklärung dieser Erscheinung war aber den Herren Cavendish und Priestley vorbehalten, wovon in der Folge.

Auch du Tour[u]) hat einige Untersuchungen, welche hieher gehören, gemacht, die hier angeführt zu werden verdienen. Er setzt voraus, eine gegebene Menge Wasser könne nur eine bestimmte Menge Luft enthalten, und wenn sie einmal mit Luft gesättigt sey, nicht mehrere einsaugen. Wenn der Druck der Luft die

u) Exposition d'une theorie sur le renouvellement de l'air dans l'eau, et sur la desunion des parties des matières solubles operée par les dissolvans, in den Mémoir. present. T. II. 1755. p. 477. sqq.

die Hauptursache der Vereinigung der Luft mit dem Wasser wäre, so werde es bey der höchsten Stuffe desselben mit aller Luft geschwängert werden, welche es nur enthalten könne; sollte es also frische aufzunehmen fähig werden, so müsse ein Theil der in ihm befindlichen davon gehen, und ihr seinen Platz einräumen. Die im Wasser vertheilte Luft entbinde man aber durch Verminderung des Drucks der Atmosphäre vermittelst der Luftpumpe, durch Erhitzen, durchs Gefrieren, und wenn man es durch sehr enge Röhren fließen lasse z. B. wenn man es durch Sand seihe. Die letzten drey Wege habe die Kunst der Natur zu verdanken, und sie wären dem erstern in einem hohen Grade vorzuziehen; indessen sey der Druck der Atmosphäre doch auch beträchtlichen und immerwährenden Abänderungen unterworfen, und vielleicht nehme er zuweilen so sehr ab, daß die Luft, zu deren Zurückhaltung er zum Theil beytrage, sich losmachen könne. Sobald nun Wasser durch eine der angeführten Ursachen einen Theil der in ihm enthaltenen Luft verloren habe, so sey es wieder im Stande, neue einzusaugen, wenn die Ursache aufhöre, welche sie ihm entzogen habe, und da solche Ursachen, wenigstens die drey ersten, zufällig, vorübergehend und öftern Abwechselungen der Zu- und Abnahme unterworfen wären, so müsse sich auch fast immer Gelegenheit zur Erneuerung der Luft im Wasser finden.

Hierauf erörtert du Tour die Wirkungen der Wärme und Kälte. Bey den äußersten Stufen derselben entweiche die Luft sichtbarlich in Blasen aus dem Wasser. Dieß müsse also auch bey schwächern Stufen, jedoch nicht so merkbar, erfolgen. Zwischen den beyden äußern Stufen der Hitze und Kälte, von der

Mitte

Mitte aus, gehen also Stufen von abnehmender Unwirksamkeit, die Luft aus dem Wasser zu entbinden, in Stufen zunehmender Wirksamkeit nach denselben über. Eine gewisse Stufe der Hitze oder Kälte ertheile dem Wasser nur eine verhältnißmäßige Menge Luft, und habe es vorher mehrere, oder wenigere, enthalten, so werde es im erstern Falle den Ueberschuß verlieren, und im letztern der noch fehlende Theil sich damit verbinden.

Hierauf sucht du Tour zu zeigen, daß das Aufsteigen der Luftblasen bey der Erwärmung des Wassers und bey der Verdünnung der umgebenden Luft unter der Glocke der Luftpumpe an Geschwindigkeit und Größe der entbundenen Menge entspreche, und daß bey den Wirkungen der Kälte die ermangelnde Ausdehnung durch die verstärkte Elasticität ersetzt werde. Eine solche entbundene Luft, fährt du Tour fort, habe nunmehr eine ganz andere Beschaffenheit, als zuvor; sie habe ihre Ausdehnbarkeit wieder erhalten, deren sie vorher ganz, oder beynahe ganz, beraubt gewesen sey, und einen Platz verlassen, woselbst sie sich nicht ausdehnen konnte.

Hierauf erinnert du Tour, daß man denken sollte, bey einem Verluste der Luft würde solche zuerst aus den obern Lagen des Wassers weggehen, indessen erfolge das Gegentheil, und, die wenigen Blasen abgerechnet, welche von den Seiten aufsteigen, kommen die meisten vom Boden herauf; dieß sey beym Sieden nicht so befremdend, als unter der Luftpumpe. Diese Erscheinung lasse sich vielleicht so erklären, daß die Lufttheilchen der untern Lage nicht von allen Seiten mit Wasser umgeben seyen, sondern, da ein Theil derselben den Boden unmittelbar berühre, solcher trocken und

und daher zur Ausdehnung geneigter sey, als die übrigen, welche ganz mit Wasser begrenzt wären; bey ihrem Aufsteigen komme die Reihe an andere u. s. f. Diese Erklärung gebraucht du Tour auch bey der Entstehung der Blasen an den Seitenwänden des Gefäßes.

Beym Eintritte hingegen, sagt du Tour, werden die obern Lagen zuerst mit Luft versehen, und bey abermaligem Entweichen, wenn anders das Wasser ruhig gestanden habe, die ältern nach dem Boden hin in Gestalt der Blasen wieder abgeschieden, welche hernach, wie zuvor, in die Höhe steigen.

Du Tour schließt hieraus, daß sowohl die Beraubung der Luft, als die Schwängerung mit derselben, mehrere Zeit erfordern werden, je höher das Wasser stehe, und je kleiner seine Oberfläche sey; er geht sodann zu den Untersuchungen der Herren Mariotte und Nollet über die zur Sättigung des Wassers mit Luft erforderliche Zeit über, und wählt an den bey Auflösungen zu erwägenden Umständen die Wirkung des Auflösungsmittels zum weitern Gegenstande seiner Abhandlung, da solches bey seiner Eindringung in die Zwischenräume eines Körpers den Zusammenhang der Theile desselben aufhebt und sie von einander trennt. Er wählt das Sprengen der Felsen durchs Aufquellen in die Spalten getriebener hölzerner Keile zum Gegenstande seiner Untersuchung. Das Wasser, sagt er, könne hier nicht allein zureichen, sondern man müsse auch auf die Luft rechnen, welche theils im Holze befindlich sey, theils mit dem Wasser hinzugeführt werde. Diese entbinde sich plötzlich, indem zum Theil das Wasser in den engen Zwischenräumen des Holzes einen großen Theil seiner Luft fahren lasse, welche aus

genblicklich ihre vorige Ausdehnbarkeit wieder erhalte, zum Theil aber auch die im Wasser enthaltenen Lufttheilchen durch die Feuertheilchen im Holze zur Absonderung vom Wasser, oder wenigstens zur Ausdehnung bis auf einen gewissen Grad, geschickt gemacht werden. Die große Gewalt, welche diese Lufttheile im Augenblicke ihrer Entbindung vom Wasser zu äußern vermögen, lasse sich aus den Erfolgen des Gefrierens abnehmen, wozu er ein Paar eigene Versuche hinzusetzt, welche beweisen, daß durch Sand geseihetes Wasser einige Luft verloren hatte, da hingegen Versuche mit nassen Papierstreifen und Saiten keine merkliche Verschiedenheit in der Verlängerung derselben durch gewöhnliches und von Luft leeres Wasser zeigten.

Du Tour wendet dieses auf die Wirkung der Auflösungsmittel an, und betrachtet solche als Stoffe, welche Luft in einem zusammengepreßten Zustande enthalten, und in die Zwischenräume eines Körpers sich begeben könnten, welcher den Auflösungsmitteln den Durchgang verstatte, da alsdenn diese Luft bey dem Daseyn einer Ursache, welche ihr die Ausdehnbarkeit wiedergebe, mit einer Kraft verbunden werde, welche die sie einschließenden Bande zertrennen könne.

Du Tour suchte durch Versuche zu erforschen, ob das Wasser etwas von seiner Auflösungskraft verliere, wenn es von Luft gereinigt werde. Er fand, daß das Eisen in dem von Luft gereinigten Wasser gar nicht roste, da es dagegen in anderen sehr bald vom Wasser angegriffen ward, welches auch in ersterm geschah, sobald Luft dazu gelassen ward. Er schloß hieraus auf die Nothwendigkeit des Beytritts der Luft zur Auflösung des Eisens im Wasser.

Er

Er füllte zwey Flaschen mit Wasser, worin eiserne Nägel gelegt waren, und auf welches er Oel gegossen hatte. Die eine ward unter der Glocke der Luftpumpe von Luft gereinigt, und hernach offen hingestellt. In der andern rostete der Nagel eher; jedoch in einem Gefäße, wo das Wasser nicht mit Oel bedeckt war, viel geschwinder.

Auch versuchte du Tour, ob einige Zeit im Dunkeln aufbewahrtes Wasser weniger zur Auflösung des Eisens geschickt seyn würde; er erhielt aber nur zweifelhafte Resultate.

Noch fand du Tour bey angestellten Versuchen mit Kupferblechen, daß der Mangel der Luft der Erzeugung des Grünspans nachtheilig war.

Zucker, Vitriolöl, Meersalz u. s. w. schien ausgepumptes Wasser eben so schnell aufzulösen, als mit Luft gesättigtes. Du Tour erklärt dieß aus dem schwächern Zusammenhange der Theile der Salze in Vergleichung mit dem Eisen und Kupfer.

Marcorelle [x]) giebt einige Beobachtungen von einer besondern Stickluft, welche im Jahr 1750 bey der tiefern Grabung eines Brunnens empor stieg. Es hatte nämlich ein Einwohner daselbst einen Brunnen, dem es oft an Wasser mangelte. Da nun derselbe bey einer Austrocknung am 29ten May tiefer zu graben angefangen wurde, so verlosch gegen Mittag während der Arbeit das Licht in selbigem plötzlich. Man holte wieder ein brennendes Licht, welches abermals

x) Observation sur un mephitis in Mémoir. presentés T. II. p. 614.

mals auslöschte; man stellte es in eine Laterne, ab
auch dieß half nichts. Selbst glühende Kohlen,
man in den Brunnen brachte, hörten zu glimm
schnell auf, sobald sie etwa 23 Fuß über dem Bod
desselben sich befanden. Keiner von den Arbeiter
welche im Brunnen waren, ward mit der geringst
Erstickung befallen, man bemerkte bloß, daß ihre W
sche schwarz geworden war. Die nämlichen Erfo
fanden noch am 31ten Vormittags statt; am Nachm
tage aber brannte ein Licht ungehindert bis zum 3
Juni fort, doch bemerkte man am Ende jedes Tag
nachdem sie tiefer in dem Tuffsteine gegraben hatt
daß ein ziemlich dicker Dampf aufstieg; in dies
Dampfe verlosch das Licht, und die Leinwand ne
den Kleidern wurden in demselben schwarz. Als
4ten Juni Wasser genug in den Brunnen gekommen w
hörte man auf zu arbeiten, und bemerkte keinen bes
dern Erfolg mehr.

Das Merkwürdige bey dieser Stickluft war di
daß sie den Arbeitern keine Beschwerde, selbst be
Athemholen, verursachte, ob sie gleich ihre Wäsche
Kleider schwarz färbte und die Lichter verlöschte.

Eine ähnliche Luft hat Priestley in der F
aus Brunnenwasser erhalten.

D. Black [y]) in Edinburgh fand, daß die B
tersalzerde, die Kalkerde, und überhaupt alle Er
welche durchs Verkalken zu lebendigem Kalke wer

y) Experiments upon Magnesia alba, and some o
alcaline substances, in Ess. and observ. read befo
society in Edinb. Vol. II. p. 157. sqq. Jos
Blacks Versuche mit der Magnesia alba, ungelösch
Kalk und andern Alkalien, in Neue Edinb. Vers. B
S. 172. ff.

eine Menge Luft entbinden, welcher er den Nahmen fixer Luft gab. Hierunter versteht er eine von der gemeinen elastischen verschiedene und in der Atmosphäre verbreitete Luftart. Er bemerkt, daß er die Benennung vielleicht nicht passend anwende, er wolle sich aber doch lieber eines in der Naturlehre schon bekannten Worts bedienen, als ein neues erfinden, ehe er von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des Stoffes, welchen es bezeichne, völlig unterrichtet wäre.

Nach Black's Versuchen läßt sich die fixe Luft auf zweyerley Weise, nämlich entweder durch die Gewalt des Feuers, oder durch die Auflösung in Säuren von der Kalkerde austreiben. Im erstern Falle verliert die Kalkerde über die Hälfte von ihrem Gewichte; der Rückstand ist bloß eine von aller Luft beraubte Erde, welche daher nicht mehr mit Säuren brauset. Der lebendige Kalk hat seine ätzende Kraft nach Black nur von seiner starken Neigung zur Luft, deren er durch die Calcination beraubt ist; daher saugt er auch, wenn man ihn an einen thierischen oder vegetabilischen Stoff bringt, mit großer Begierde die in demselben enthaltene Luft ein, zerlegt ihn, und diese Zerlegung wird uneigentlich brennen oder ätzen genannt.

Die Eigenschaft des Kalks, verschiedenen Körpern die Luft zu entziehen, giebt ein Mittel, den fixen und flüchtigen Laugensalzen seine ätzende Kraft mitzutheilen. Bringt man eine gewisse Menge Kalk in eine Lauge von fixem Laugensalze, so bemächtigt er sich aller in dem Laugensalze enthaltenen fixen Luft, verliert zu gleicher Zeit alle Eigenschaften, welche ihn zum Kalke machten, und erhält die Eigenschaft wieder, mit Säuren zu brausen; er ist mit einem Worte gewöhnlicher Kalk. Im Gegentheil brauset das seiner

Luft beraubte fixe Laugensalz nicht mehr mit Säuren, läßt sich nicht mehr zum Anschießen bringen, ist ätzend geworden und liefert durch Eintrocknen den Aetzstein.

Dasselbe erfährt das flüchtige Laugensalz. Wenn man Salmiak mit Kreide destillirt, so erhält man ein trockenes flüchtiges Laugensalz, welches mit Säuren brauset; wendet man aber statt der Kreide lebendigen Kalk dazu an, so findet man das flüchtige Laugensalz in dem Maaße, wie es entbunden wird, durch den Kalk seiner Luft beraubt; es wird zu einer Flüssigkeit, und ist ein ätzendes flüchtiges Laugensalz, das mit Säuren nicht brauset, und sich nicht zum Anschießen bringen läßt.

Ein zweytes Mittel, der Kalkerde die fixe Luft zu entziehen, besteht darin, daß man sie mit Säuren in Verbindung bringt. Löst man Kalksteine oder Kreide in einer beliebigen Säure auf, so bemerkt man ein starkes Brausen, oder, welches einerley ist, eine beträchtliche Entbindung fixer Luft; die Erde, welche eine stärkere Verwandtschaft zur Säure, als zur fixen Luft hat, läßt die letztere fahren, welche alsdenn ihrer Elasticität wegen entweicht, und sich mit der atmosphärischen Luft vermischt. Schlägt man hierauf die Erde aus dieser Auflösung nieder, so kann man sie nach Belieben in der Gestalt der Kreide oder des Kalks erhalten; Kreide ist sie, wenn man sie mit einem gewöhnlichen Laugensalze fällt, Kalk hingegen, wenn man sie durch ein ätzendes d. i. der Luft beraubtes Laugensalz niederschlägt. Das Merkwürdigste hiebey ist dieß, daß der Kalkstein nach Black bey diesem Versuche beinahe eben so viel an seinem Gewichte verliert, als beym Calciniren, und sein voriges Gewicht wieder

erhält,

erhält, wenn man ihn in der Gestalt der Kalkerde, d. i. mit aller seiner Luft versehen, niederschlägt.

Black erklärt aus eben diesem Grunde, warum der Kalk nicht ganz und gar im Wasser auflößlich sey und warum der aufgelößte Theil so leicht zu einem im Wasser unauflößlichen und unter dem Nahmen des Kalkrahms bekannten Häutchen werde. Nach seiner Meynung haben die Kalkerden eine stärkere Verwandtschaft zur Luft, als zum Wasser; daraus folgt, daß, wenn man Kalk ins Wasser bringt, ein Theil desselben dem Wasser die fixe Luft, welche es enthielt, entziehen, und unter der Gestalt einer Kalkerde niederfallen muß; zu gleicher Zeit wird aber ein anderer Antheil desselben Kalks, welcher keine fixe Luft zu seiner Sättigung hat finden können, vom Wasser aufgelößt, und giebt Kalkwasser. Stellt man dieses Wasser nachher an die Luft, so saugen die nahe an der Oberfläche befindlichen Kalktheilchen die in der Atmosphäre schwebende fixe Luft ein, werden wieder unauflößlich und sammeln sich auf der Oberfläche zu einem unauflößlichen Häutchen an, welches keine Eigenschaften des lebendigen Kalks mehr besitzt, und von dem gewöhnlichen Kalke nicht mehr verschieden ist. Die Wahrheit dieser Theorie wird dadurch bewiesen, daß man die Wiederherstellung des Kalks zur Kalkerde verhütet, wenn man das Kalkwasser in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, in welchen es von keiner umgebenden Luft berührt werden kann.

Ferner hat Black wahrgenommen, daß die Magnesia die Eigenschaft, das Kalkwasser zu mildern, besitzt; woraus folgt, daß die fixe Luft eine größere Verwandtschaft zu der gewöhnlichen Kalkerde, als zu der Magnesia hat. Endlich schließt Black aus

 allen

allen seinen Versuchen, daß man in der Verwandtschaftstafel des Herrn Geoffroy folgende Veränderungen machen, und eine neue Stufenleiter zu derselben hinzufügen könne, wenn man die laugensalzigen Stoffe folgender Maaßen, und in ihrem reinen und luftfreyen Zustande betrachte:

Säuren	fixe Luft
Fixes Laugensalz	Kalkerde
Kalkerde	Fixes Laugensalz
Flüchtiges Laugensalz	Bittersalzerde
und Bittersalzerde	Flüchtiges Laugensalz.

Uebrigens vermuthete Black, daß die in den flüchtigen Laugensalzen enthaltene fixe Luft sich mit den Metallen auf dem nassen Wege bey den metallischen Niederschlägen vereinige, und daß man dieser Ursache den Zuwachs derselben am Gewichte, und vielleicht sogar die erstaunlichen Wirkungen des Knallgoldes zuschreiben müßte.

Um diese Zeit, da Black in England seine Theorie bekannt machte, beschäftigte sich der Graf von Saluces [z]) zu Turin mit wichtigen Untersuchungen über die elastische Flüssigkeit, welche vom Schießpulver bey der Entzündung desselben entbunden wird. Er hatte gefunden, daß diese elastische Flüssigkeit in ihrem freyen Zustande einen 200mal so großen Raum einnahm, als das Pulver, aus welchem sie entbunden war. Eine zahlreiche Reihe von Versuchen hatte ihm gelehrt, daß diese Flüssigkeit eine Elasticität besaß, wie die atmosphärische Luft; daß sie sich, wie diese, nach Verhältniß des Gewichts, das auf sie druckte, zusammenpressen ließ, jedoch darin verschieden war, daß sie die Flamme von den Kerzen entfernte, und

z) Miscellan. Taurinens. T. I et II.

und den Thieren, welche sie einathmeten, tödtlich war. Er hatte diese Luft durch stark mit zerflossenem fixen Laugensalze getränkte Leinwand oder Flor zu seihen versucht; an diese Seihezeuge war einiger weniger kohliger Stoff vom fixen Laugensalze und einige Spuren vom vitriolisirten Weinsteine sitzen geblieben; die Luft hatte durch dieses Mittel alle nachtheilige Eigenschaften verloren und schien von der gewöhnlichen atmosphärischen Luft nicht mehr verschieden zu seyn.

Ein anderes von Saluces gebrauchtes Mittel, der aus dem Schießpulver entbundenen Luft alle Eigenschaften der gewöhnlichen Luft wieder zu ertheilen, besteht darin, daß man sie 12 Stunden hindurch in der Kälte des gefrierenden Wassers erhält. Er versichert, denselben Versuch mit einer durchs Brausen einer Säure mit einer laugensalzigen Substanz entbundenen Luft wiederholt und dasselbe Resultat erhalten zu haben.

Außer diesen Versuchen, welche wesentlich den Gegenstand angehen, womit sich der Graf von Saluces beschäftigte, enthalten seine Abhandlungen noch viele andere, welche über die Lehre von der Verbindung der Luft in den Körpern Licht zu verbreiten geschickt sind. Er bemerkt, daß die durchs Brausen entbundene Luft die Flamme mehrentheils auslöscht; daß die durch die Verbindung des Laugensalzes mit dem Essig entbundene eine Ausnahme von dieser allgemeinen Regel mache; daß die Salpetersäure bey der Verbindung mit dem fixen Laugensalze im leeren Raume keine Luft erzeugt; daß die Verbindung größtentheils zerfließend bleibt, so lange man sie im leeren Raume hält, aber bald anschießt, wenn sie einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist.

Ferner bemerkt von Saluces, daß das Pulver in einer Luft, von welcher Beschaffenheit sie auch seyn möge, verpuffe, man möge in derselben haben Schwefel brennen oder Kerzen verlöschen lassen, oder sie durchs Verpuffen aus einem andern Theile Schießpulver entbunden haben. Hierauf zeigt er, daß die Erscheinungen des Knallpulvers mit denen des Schießpulvers einerley sind, und von der Entbindung der nämlichen elastischen Flüssigkeit herrühren. Dabey ist aber merkwürdig, daß die Menge Luft, welche vom Knallpulver entbunden wird, viel geringer ist, als diejenige, welche vom Schießpulver entbunden wird, woraus von Saluces schließt, daß die Beschaffenheit der Erfolge nicht so sehr der Menge der entbundenen Flüssigkeit, als der schnellen Entwickelung derselben entspreche. Uebrigens glaubt der Graf von Saluces, daß die aus den Körpern entbundene Luft von ein und der nämlichen Art sey.

Thomas Laghi [a]) hat verschiedene Beobachtungen mit eingeschlossener Luft gemacht, in welcher Thiere athmen. Er nimmt als bekannt an, daß diejenige Luft, in welcher kein Licht brenne, auch allen Thieren tödtlich sey, wie die natürlichen und künstlichen erstickenden Dünste lehren; nach seiner Meynung war noch zu untersuchen übrig, ob ein Thier in eingeschlossener Luft, in welcher eine Lichtflamme verlösche, auch so bald getödtet werden würde, wie durch die erstickenden Dünste, indem die Flamme die eingeschlossene Luft so sehr verderbe, daß sie daher dem Athmen der Thiere eben so schädlich, wie der Flamme, werden müßte.

Laghi

a) Opusc. de animalium in aëre interclusorum interitu in Comment. Bonon. T. IV. 1757. p. 80. sqq.

Laghi wiederholte daher den Versuch des Hales, und fand ebenfalls, daß die Flamme einer Kerze bald unter einer Glocke verlosch, und das Aufsteigen des Wassers eine nicht geringe Abnahme der Elasticität bewieß.

Er erdachte nun eine Vorrichtung, Thiere in einer mit den Dünsten brennender Lichter verunreinigten Luft einzuschließen, und bediente sich dazu eines walzenförmigen Glases, in dessen untern zwey Drittheilen das Licht brannte, welchen Raum eine bleyerne Platte abschnitt, auf welcher das Thier saß. In der Platte war eine Oeffnung, durch welche das Thier, nachdem die Flamme verloschen war, auf einmal der Wirkung der eingeschlossenen Luft ausgesetzt werden konnte. Die Versuche zeigten, daß einerley Vögel in einem gleichen Raume solcher Luft, in welcher ein Licht verloschen war, eher starben, als in anderer eingeschlossener, wobey das Fallen des Barometers auch die verminderte Elasticität dieser Luft anzeigte. Als Laghi mehrere Wachs- und Talglichter so brennen und verlöschen ließ, erfolgte der Tod verschiedener Thiere schneller, so wie auch das Sinken des Quecksilbers stärker und geschwinder, aber nicht allemal übereinstimmend.

Bey der Oeffnung fanden sich gleiche Anzeigen der Ursache des Todes, so wie beym Sterben die Zufälle übereinstimmend gewesen waren. Die Ursache des Todes schien unbezweifelt in der Lunge zu liegen. Um nun zu erfahren, was das Athmen der Thiere behindert hätte, stellte Laghi noch andere Versuche mit Gewächsen an, um die Wirkung ihrer Ausdünstung kennen zu lernen. Der Unterschied, daß von gleich großen Tauben und Katzen unter einerley Ge-

säßen eine auf einem frisch abgeschnittenen Stücke eines Baumstamms stand, war veränderlich. Wohlriechende Gewächse, Majoran, Thymian, Rosmarin, Basilicum, mit eingeschlossen tödteten kleine Vögel eher, wobey das Basilicum, und hiernächst der Thymian, stärkere Zuckungen bewirkten. Geruchlose giftige Gewächse hingegen, z. B. Aconitum Napellus L. u. f. beschleunigten ihren Tod nicht. Andere stark riechende Substanzen, Bisam, Bibergeil, Kampher, Amber, stinkender Asand, Benzoeblumen u. s. f. beförderten den Tod ebenfalls mehr oder weniger, doch der Bisam und Kampher am schnellsten. Das Sinken des Quecksilbers war hiebey ungleich. Auch die Lichter verloschen in einer mit solchen Gerüchen erfüllten Luft eher, als in der gewöhnlichen atmosphärischen, welches Laghi einer zu starken Schwächung der Elasticität der Luft durch solche Gerüche zuschreibt. Um nun diese zu bestimmen, bediente er sich des Musschenbroek'schen Elaterometers, und fand, daß das Quecksilber allezeit Eine oder ein Paar Linien niedriger in der Röhre stand, wenn solche Gerüche in die Phiole gebracht waren.

Zur Prüfung des angenommenen Satzes, daß alle Thiere in einer mit stärkerer Elasticität versehenen Luft länger lebten, als in einer weniger elastischen, versuchte Laghi ferner, was die Verstärkung der Elasticität der eingeschlossenen Luft durch die Wärme vermochte; zu dem Ende stellte er das Gefäß, worin die Luft und ein Sperling eingeschlossen waren, in Wasser, welches eine Wärme von 10 Grad nach Reaum. hatte, da sodann der Sperling beym offenen Hahne, womit das Gefäß versehen war, keine Stunde, beym verschlossenen Hahne aber 73 Minuten lebte

wor

woraus Laghi schließt, daß die Elasticität der Luft sehr viel zur Erhaltung des Lebens der Thiere beytrage.

Endlich brachte Laghi einen dritten Sperling in ein Gefäß, über welches er eine Schweinsblase band, trieb sodann durch Zusammendruckung der Blase die Luft in das Gefäß hinein, und suchte durch abwechselndes Drucken und Nachlassen der Blase die eingeschlossene Luft in steter Bewegung zu erhalten; der Sperling starb erst nach einer Stunde und 24 Minuten, und schien daher am längsten zu leben.

Aus diesen Versuchen zieht Laghi folgende Schlüsse:

1. Der in der Luft befindliche verborgene Grundstoff, welcher die Flamme nährt, sey entweder nicht der nämliche, welcher das Leben der Thiere erhält, oder, wenn es auch derselbe wäre, was ihm aber unwahrscheinlich zu seyn dünkt, so erfordere die Flamme von demselben doch weit mehr, als die Thiere, weil die zur Nahrung der Flamme untauglich gewordene Luft noch verschiedene Stunden hindurch zur Erhaltung der Thiere geschickt gewesen sey.

2. Da die in der natürlichen oder vorher mit Dünsten der Lichtflamme angesteckten Luft verstorbenen Vögelchen nur mit einem schweren Athem befallen worden wären, so sey kein hinreichender Grund vorhanden, anzunehmen, daß hier erstickende Dünste erzeugt würden, welche sie tödteten; auch bewirke die mit eingeschlossene Flamme keine weitere Beschwerde, als daß sie die Beklemmung vermehre und den Tod beschleunige. Die erstickenden Dünste hingegen griffen die Nerven an, und hiebey gestehe er ein, daß die Kraft der Gerüche derselben weniger verschieden wirke, wie-

wiewohl diese nicht allein die Ursache des Todes
ren. Da ferner ein eingeschlossenes Thier beym S
ben die Elasticität der Luft nicht stärker schwä
als die Lichtflamme, in letzterer aber ein frisches T
nicht gleich sterbe, so könne man den Tod desselben n
nicht zuverlässig der verminderten Elasticität der
zuschreiben.

3. Mache das Thier an und vor sich die
zum Einathmen nicht untauglich, sondern sie m
durch das öftere Ein- und Ausathmen in ihrer na
lichen Beschaffenheit eine Aenderung erleiden, c
es müsse ein ihr beygemischter Theil, welcher gleich
als eine höchst reine Nahrung von dem Thiere an
zehrt werde, abgesondert, und die noch rückstän
Luft zur Unterhaltung des Lebens ungeschickt wer
Dieß trägt jedoch Laghi nur zweifelhaft vor,
stimmt

4. denjenigen bey, welche gelehrt haben, daß
der Fäulniß des Fleisches neue Luft erzeugt und
bunden werde, indem er beobachtet habe, daß
Quecksilber im Barometer nach dem Tode der Th
gestiegen sey, obgleich kein Eindringen der umge
den Luft durch irgend eine Spalte zu vermuthen ge
sen wäre.

Le Roi [b]) hat in einer Abhandlung verschie
Beobachtungen über die in den Mineralwassern
haltene Luft gemacht, welche hier einiger Erwähn
verdienen. In einer kurzen Einleitung vergleicht

b) De aquarum mineralium natura et usu, propositi
praelectionibus academicis accommodatae. Montp. 17
4. in Melanges de physique et de medicine. à P
1772. 8. *Rozier* observ. sur la physique. T. V.
Mars 1772. p. 49.

den stechenden Geschmack der Sauerbrunnen mit dem der brausenden Trauben- und Apfelweine, und äußert die Vermuthung, daß beym Fortschritte chemischer Kenntnisse die künstlichen Mineralwasser in einigen Jahren den natürlichen vorgezogen werden möchten. In dem ersten Kapitel handelt le Roi von den salzigen Mineralwassern, zu deren Bestandtheilen hier auch ein elastischer Geist, oder vielmehr eine sehr häufige Luft gerechnet wird; die Wasser, welche solche enthalten, seyen im Ganzen kalt, jedoch die heißen Wasser zu Mont d'Or und Vichy auch mit Luft geschwängert, von welcher auch die Wasser zu Balaruc ein wenig enthalten. Solche Wasser erkenne man leicht an dem gelinden Geräusche bey der Quelle, welches augenscheinlich von Wassertropfen herrühre, welche von der überflüssigen Luft beym Aufsteigen in die Höhe geworfen würden, imgleichen an ihrem stechenden Geschmacke, der mit der Luft verloren gehe, die man durchs Schütteln des Wassers in einer halb oder $\frac{2}{3}$ damit gefüllten Flasche absondern könne, und, wenn man den Daumen auf die Oeffnung gehalten habe, nach Wegnahme desselben mit einem Zischen herausfahren höre. Man habe mit Unrecht geglaubt, daß eine flüchtige Schwefelsäure mit derselben verbunden sey, zu welcher viel eher der schädliche Dampf gehören könne, welcher bey der Quelle einiger geistigen Wasser, z. B. des Pyrmonter, des zu Gabian und Beziers, aufsteige, gleiche Wirkungen, wie die bekannte Hundsgrotte, äußere, und nach Seips richtiger Bemerkung mit dem elastischen Bestandtheile oder Geiste der Mineralwasser nichts gemein habe. Es enthalten also die geistigen Mineralwasser außer der Luft, welche man in allen gewöhnlichen Wassern finde, noch eine überflüssige elastische Luft; jene könne nur vermittelst der Luftpum-

pumpe ausgetrieben werden, diese aber entweiche bey einigem Schütteln in gelinder Wärme an freyer Luft sehr leicht. Es müßten daher solche Wasser des Morgens geschöpft, sorgfältig verwahrt, und bey warmen Tagen des Nachts verfahren werden; indessen verlören sie doch nach Verhältniß der Entfernung des Ortes und der Zeit ihrer Aufbewahrung. Einige besäßen so viele Luft, daß sie vor dem Verstopfen ein wenig an der Luft stehen müßten, wenn sie nicht die Flaschen zersprengen sollten. Solche Mineralwasser seyen sehr gemein; salzige aber haben selten diese Eigenschaft in einem hohen Grade, das Selterwasser, das zu St. Martin de Fenouilla und das von Hoffmann beschriebene Antonsche ausgenommen. Säuren entbinden oder fällen die in salzigen Wassern enthaltene überflüssige Luft, und erregen ein stärkeres oder schwächeres Brausen, nachdem selbige stärker oder schwächer mit derselben geschwängert sind. Dieß Brausen beweise also nicht die Gegenwart eines Laugensalzes, und man dürfe nicht mit Hoffmann zu solchem seine Zuflucht nehmeh, um gedachtes Brausen zu erklären. Nach dem lebhaften und stechenden Geschmacke der geistigen Wasser zu urtheilen scheine die in ihnen enthaltene überflüssige Luft bey der Schätzung ihrer Kräfte und Mängel mit in Rechnung gebracht werden zu müssen; solche Wasser berauschten mehr als andere, und bewirkten eine Art von Trunkenheit und Neigung zum Schlafe; auch vermehrten sie bisweilen die Beschwerden der mit Blähungen behafteten Personen. Die brausenden Trauben- und Apfelweine entstünden durch die Zurückhaltung eines Theils der sehr häufigen und überflüssigen Luft, welche beym Gähren von ihnen entbunden werde, vermittelst einer genauen Verschließung der Gefäße, worin man sie vollends ausgähren lasse; auch

ahm

ahme man die geistigen Mineralwasser nach, indem man Säuren und Laugensalze in genau verschlossenen Flaschen zusammenbringe, und folglich einen Theil der beym Brausen weggehenden überflüssigen Luft im Wasser zurückhalte.

Im zweyten Kapitel, von den eisenhaltigen Mineralwassern, unterscheidet er zwey Arten: 1. Wasser, welche selten vorkommen, die nämlich einen wirklichen Eisenvitriol enthalten, von Galläpfeln schwarz gefärbt werden, beym Abdampfen Vitriolkrystalle geben, an der Luft, in der Hitze, unter der Glocke der Luftpumpe und nach langem Aufbewahren eisenhaltig bleiben, wie z. B. die Wasser zu Passy, Calsabigi, Venai in Piemont, und die la Dominique genannte Quelle zu Vals; 2. viel gemeinere Wasser, in welchen das Eisen nicht mit der Vitriolsäure verbunden, sondern so schwach aufgelößt sey, daß dergleichen Wasser durch die geringste Hitze, durch den bloßen Zutritt freyer Luft und durch den luftleeren Raum zerlegt werden, und das Eisen fallen lassen, welches sie auch in genau verschlossenen Gefäßen thun. Von Galläpfeln erhalten sie eine Purpurfarbe, und durch Untersuchung könne man nicht das geringste Vitriol in selbigen finden; von dieser Art wären die berühmten Wasser zu Pyrmont, Spaa, Passy, Forges, Gabian, die la Marquise genannte Quelle zu Vals u. a. m. Diese könnten nur an der Quelle ihre völlige Kraft äußern, müßten kalt genommen werden, verlören ihr Eisen beym weiten Verfahren oder langen Aufbewahren, und wirkten dann nur vermöge ihrer übrigen Bestandtheile. Viele derselben wären beträchtlich geistig, oder mit Luft geschwängert, deren Menge die Stärke des stechenden Geschmacks entspreche. Sie unterschieden sich

sich durch die verschiedene Menge des enthaltenden Eisens und anderer salziger oder erdiger beygemischter Stoffe. Um den Eisengehalt zu bestimmen, dürfe man sie nur an die freye Luft stellen, bis alles Eisen niedergeschlagen sey, alsdenn diesen Bodensatz oder Eisensafran trocknen und wiegen. Einige Gran Eisenfeilspäne angefeuchtet und mit eben so vielen Schwefelblumen gerieben in eine Flasche mit Wasser gethan und nach sorgfältiger Verschließung derselben an einen kühlen Ort gestellt, ertheilen dem Wasser in drey bis vier Tagen alle Eigenschaften solcher Stahlwasser.

Im dritten Kapitel handelt le Roi von den schwefelhaltigen Mineralwassern, welche an dem faulen Eyergeruche erkannt werden, und wirklichen Schwefel enthalten, indem sich bey manchen Quellen Schwefel ansetze, und die Wasser auf Silber und dessen Auflösung wie Schwefelleberauflösung wirken; man wisse aber solche bisher noch nicht zu untersuchen, den Schwefel zu scheiden und besonders darzustellen, weil solcher in denselben sehr flüchtig sey, und ungemein wenig betrage; man ahme sie durch eine Auflösung des Schwefels im Wasser vermittelst einer Säurebrechenden Erde nach, dergleichen auch in den Wassern zu Aachen und Bareges gefunden werde.

Im vierten Kapitel untersucht le Roi solche Wasser, welche nicht mineralisch sind.

Zu der Zeit, als der Graf von Saluce die beym Abbrennen des Schießpulvers erhaltene Flüssigkeit einer nähern Prüfung unterwarf, bemühte sich Cigna, einige Untersuchungen über die Ursache der Verlöschung der Flamme und des Todes der Thiere in

ei-

eingeschlossener Luft anzustellen [c]). Cigna bemerkt, daß die Meynung, das Verlöschen der Flamme in einem eingeschlossenen Raume rühre von verschiedenen aus selbiger ausgehenden Dünsten her, welche von der eingeschlossenen Luft entweder eingesogen werden, oder ihre Elasticität vermindern, verschiedenen Schwierigkeiten ausgesetzt sey. Denn die Flamme verlösche schon in einem eingeschlossenen Raume, wenn das Quecksilber kaum einige Zoll in die Höhe gestiegen sey, da sie doch auf dem Gipfel hoher Berge in einer viel dünnern Luft fortbrenne. Des de la Grange Versuche mit einer einige Zoll vom Tische erhaben gestellten Glocke und einer mit verschiedenen beliebig zu öfnenden Löchern versehenen Laterne bewiesen, daß die Flamme nicht wegen Mangel oder Einsaugung der Luft verlösche, sondern daß die Luft zur Erhaltung derselben unten hineindringen und oben wieder herausgehen müsse, und daß keine Erneuerung derselben, sondern eine Bewegung um die Flamme erfordert werde. Andere Versuche zeigten, daß die bloße Bewegung der Luft um die Flamme herum zur Unterhaltung derselben nicht hinreiche. Da also das Verlöschen der Flamme in einem eingeschlossenen Raume weder von dem Rauche, noch von der Einsaugung oder geschwächten Elasticität der Luft, noch von ihrer Ausdehnbarkeit zu einer geringern Dichtigkeit und der daher entstehenden Untauglichkeit, die Flamme um den Docht zusammenzuhalten, herrühre, so suchte man die Meynung zu prüfen, daß die in der eingeschlossenen Luft enthaltene Nahrung der Flamme von der Flamme selbst verzehrt werde

c) Miscell. philos. math. soc. priv. Taurin. T. I. 1759. p. 22. sqq.

werde, und vornämlich von Salpetersalzen, welche in der Luft verbreitet sind, ihren Ursprung habe. Auch diese Meynung wurde den Erfahrungen zu Folge für ungegründet erklärt, indem die Flamme unter einer in rauchenden Salpetergeist gesenkten Glocke eben so verlosch, als wenn ihr unterer Rand von Wasser, oder einer andern Flüssigkeit umgeben ward. Inzwischen müsse man zugeben, daß die Luft in einem verschlossenen Raume von der mit eingeschlossenen Flamme verdorben werde, ob man gleich auf keine Art habe entdecken können, worin dieß bestehe; denn in einer Luft, in welcher eine Flamme verloschen sey, verlösche eine andere im Augenblicke, und diese Eigenschaft behalte diese Luft auch nach der Abkühlung, daher dieß weder der lange entwichenen Hitze, noch den verdichteten Dämpfen zugeschrieben werden könne. Auch glühende Kohlen und Metalle machen die zunächst befindliche Luft zur Ernährung der Flamme untauglich. Es werde also die Luft viel mehr durch die Hitze, als durch ausdünstende Ausflüsse verdorben, und zwar um so mehr, als diese verdorbene Beschaffenheit der Luft weder durch Verdichten, noch durch Seihen, noch durch irgend einen andern Handgriff habe verbessert oder vermindert werden können. Luft, welche durch glühende gläserne Röhren streiche, werde eben so verdorben, da doch glühendes Glas weder Ausflüsse in die Luft durchlassen, noch eine Nahrung aus der Luft anziehen werde. Wie das Feuer aber solche Veränderung bewirke, bleibe noch eine Frage; daß solche keine Ausdehnung zu einer geringern Dichtigkeit, noch eine veränderte bemerkbare Beschaffenheit sey, lehre die Dauer derselben und verschiedene Versuche. So ward eine mit einer schlaffen Blase verbundene Phiole geglühet, darnach umgekehrt, der Hals abgeschlagen,

und

und eine hineingebrachte Flamme verlosch sogleich. Kälte bewirke eine entgegengesetzte Wirkung; in eine kurzhalsige Flasche ward ein brennendes Licht gestellt, die Oeffnung mit Wachs verschlossen, nachdem die Flamme verloschen war, die Flasche mit Eis umgeben, so abgekühlt und einige Stunden in dieser Kälte erhalten, dann herausgenommen, und, als sie wieder die Stubenwärme angenommen hatte, abermals ein brennendes Licht durch die geöfnete Mündung hineingebracht, dessen Flamme sich einige Zeit erhielt. Es werde daher eine anhaltende Kälte zur Verbesserung der von starker Hitze verdorbenen Beschaffenheit der Luft erfordert. Wenn Feuer von außen in Gefäßen eingeschlossene Körper oft nicht entzünde, so rühre dieß daher, daß die umgebende Luft zugleich mit erwärmt, und zur Ernährung der Flamme untauglich werde. Aus Körpern gezogene künstliche Luft lösche darum die Flamme aus, weil die Luft durch die Hitze so verdorben werde, daß sie zur Nahrung derselben nicht tauge, und die künstliche Luft durch Feuer oder Brausen, oder durch Fäulniß aus den Körpern entwickelt werde und daher zur Erhaltung der Flamme untauglich seyn müsse. Daß zum Einathmen der Thiere schädliche Luft auch zur Unterhaltung der Flamme untauglich sey, lehrten die Versuche deutlich, jedoch sey noch die Frage zu beantworten, ob die eingeathmete Luft in den Lungen durch die Wärme, oder durch eine andere Ursache verdorben werde. Ein Frosch sey unter einem auf eine Metallplatte geleimten Trinkglase erstickt worden, womit beynahe drey Tage verflossen wären; eine Stunde darnach, als er gestorben, sey ein Loch in die Platte gemacht, und durch solches ein Licht ins Glas gebracht worden, die Flamme sey aber gleich verloschen; es dürfe daher die Verderbung der

Luft durch darin erstickte Thiere nicht der Wärme zu
geschrieben werden, und beruhe nicht auf einer, son
dern mehreren bisher unbekannten Ursachen, welch
die natürliche Beschaffenheit der Luft so veränderter
daß sie zur Unterhaltung der Flamme untauglich werd

In der zweyten Abhandlung sucht Cigna
die vorgelegte Frage durch neue Versuche umständlich
zu beantworten, und alle Zweifel so viel mögli
aus dem Wege zu räumen, wozu die Erfahrun
mit dem Frosche in Ansehung der vermeinten Verd
bung der Luft durch die Wärme Gelegenheit gegeb
hatte. Cigna war nämlich der Meynung, Lu
worin eine Flamme verloschen wäre, würde so verd
ben seyn, daß sie eine andere gleich auslöschte. Bo
le hatte gesagt, in einer Luft, in welcher ein Thi
z. B. in 4 Minuten gestorben wäre, würde ein ande
in drey Minuten sterben. Cigna wiederholte die
Versuch. Eine gläserne Glocke, welche ohngefähr
Zoll Wasser enthalten konnte, ward über ein and
mit Wasser angefülltes Gefäß so aufgehangen, daß
mit dem untern Rande drey Finger breit ins Wa
eingesenkt war. Oben inwendig an der Glocke
eine Rolle angebracht, über welche eine Schnur gie
die mit einem Ende an einem kleinen Käfich befestigt
und mit dem andern unter dem Rand der Glocke du
Wasser herausgieng, vermittelst dessen der Käfich
her aufgezogen und ein Vogel in demselben wieder
eingebracht werden konnte, ohne daß die eingeschlo
Luft verändert ward.

D

d) Diss. sur les causes de l'extinction de la lumière
Bongie et de la mort des animaux renfermés
un espace plein d'air in den Melanges de philoso
de mathemat de la société R. de Turin pour l'an.
1761. p. 168. sqq.

Man brachte einen Distelfinken hinein; in den ersten zwey Stunden verschluckte er die Luft der Maaßen, daß das Wasser ohngefähr zwey Zoll über seinen wagrechten Stand stieg; anfänglich schien er nicht zu leiden, aber bald nachher ward ihm das Athmen beschwerlich, die Beängstigung nahm zu, und nach 4½ Stunden starb er; er ward herausgethan und ein anderer hineingebracht; dieser starb innerhalb 2 Minuten und athmete gleich sehr schwer, obgleich beym Hineinbringen des Käfichs einige Luftblasen in die Glocke gekommen waren; ein dritter lebte nur eine Minute und ein vierter starb in einer Sekunde. Andere Vögel wurden ebenfalls in diese verdorbene Luft gebracht und gleich mit heftigen Zuckungen, Erbrechen und Betäubung überfallen. Das Wasser schien nach den ersten vier Stunden nicht merklich mehr zu steigen; wie ein Theil Wasser ausgegossen ward, so daß die Luft in der Glocke weniger verdichtet war, fiel es wieder zu seinem wagrechten Stande nieder und ein kleiner Distelfinke lebte keine Minute in derselben, zerstörte aber die Elasticität der Luft nicht weiter.

Aus diesen Versuchen zieht Cigna diese Folgen:

1. Die Luft werde durchs Athmen der Thiere so verdorben, daß andere Thiere in selbiger nicht lange leben können.

2. Die durch eine Flamme oder durchs Athmen der Thiere verdorbene Luft lösche nicht allein ein Licht aus, sondern ersticke auch die Thiere, welche sie einathmen, und sey den Pflanzen, welche man in ihr einschließe, tödtlich, wenn sie durch Einsaugung einer andern zuvor in ihr eingeschlossenen Pflanze schon einen Theil ihrer Elasticität verloren habe, so daß die letzte bleich und gelb werde und bald ausgehe.

3. Die Lebensdauer der auf diese Art in verdo-
bener Luft eingeschlossenen Thiere stehe in dem gerad
Verhältnisse der Luft und dem umgekehrten der Za
der eingeschlossenen Thiere, wie Beratti solch
wahrgenommen, jedoch aber einen Unterschied bey de
Fröschen beobachtet habe, als welche auch bey vermeh
ter Zahl nicht früher sterben, ob sie gleich die Lu
eben so wie andere Thiere verderben, und in dieser
so zu sagen, künstlichen Luft nicht lange leben können

Diese besondern Erscheinungen veranlaßten dem H.
Cigna, aufs neue zu untersuchen, in wie weit das
Athmen der Frösche nothwendig wäre. Man wußte,
daß sie in der Torricellischen Leere starben, in dem lee-
ren Raume der Luftpumpe an 3 Stunden betäubt wur-
den, sich wieder erholten, aber in 6 bis 7 Stunden
völlig starben; indessen hatte man sie daselbst nach 12
Stunden, und andere Male erst nach 27 Stunden
und später, sterben gesehen.

Cigna hielt sie daher erstlich an einem Bande
unter Wasser; nach einer Stunde schienen sie todt zu
seyn, bey aufmerksamer Beobachtung aber noch gelinde
zu athmen, und zeigten ein Bestreben, sich vom Ban-
de los zu machen; nach 5 Stunden ward einer, nach
6 Stunden der andere, und, weil die übrigen noch
eine Bewegung zeigten, nach 7 Stunden die übrigen
drey herausgenommen; erstere fiengen an, Zeichen des
Lebens zu zeigen, letztere ließen sich nicht wieder zum
Leben bringen. Diese Versuche wurden im September
angestellt, da das Reaumur. Thermometer 16 Grad
unter Null zeigte.

Hiernächst wurden welche in Luft eingeschlos-
sen, einer in einem 12 Unzen Wasser fassenden, der
zweyte in einem noch Einmal, der dritte in einem drey-
mal

mal so geräumigen Gefäße, und der vierte an freyer Luft gelassen; das Reaum. Thermometer stand auf 20 Grad. Nach 48 Stunden lebten noch alle, aber nach 60 Stunden waren sie wirklich todt und ließen sich nicht wieder zum Leben bringen; man fand kein Zeichen eines behinderten Athems.

Es wurden daher abermals Frösche, einer in ein mit Wasser angefülltes Glas, drey mit Wasser und etwa 20 Unzen Maas Luft, einer in eben so vieler Luft ohne Wasser eingeschlossen, und einer an frischer Luft gelassen; das Reaum. Thermometer stand 15 Grad unter Null; nach 15 Stunden lebten noch alle, nach 20 Stunden waren die drey gestorben, nach 63 der im Wasser, nach 28 der in der Luft allein eingeschlossene, und der in freyer Luft befindliche lebte noch am 5ten Tage, wiewohl matt.

Bey der Wiederholung der Versuche lebten von den dreyen zusammen im Wasser eingeschlossenen einer nur 20, der andere 30 und der dritte 35 Stunden, also zusammen nicht über 85 Stunden, der in Wasser allein eingeschlossene schien nach 65 Stunden todt zu seyn, lebte aber wieder auf, wie das Gefäß geöfnet ward, der ohne Wasser eingeschlossene starb in 24 Stunden und der an freyer Luft gelassene lebte noch am 10ten Tage.

Die mit Wasser eingeschlossenen giengen gleich zu Boden, und kamen nur mannichmal herauf, um zu athmen; dieß geschah nach und nach öfter, endlich schwammen sie oben, athmeten beständig fort, zuletzt heftig, da sie fast nicht mehr schwimmen konnten und mit Zuckungen befallen wurden, welche die ohne Wasser eingeschlossenen nicht bekamen, deren Athmen auch nicht merklich erschwert zu werden schien.

Aus diesen Versuchen schließt Cigna, daß die im Wasser eingeschlossenen Frösche nur nach Verhältniß der in dem Gefäße enthaltenen Luft leben, und daselbst, wie die übrigen Thiere, durch Erschwerung des Athmens sterben, besonders da sie wieder auflebten, wenn man ihnen kurz vor dem Tode frische Luft gab; auch schließt er aus ihrem schnellern Absterben in eingeschlossener, als in freyer Luft, und dem frühern Tode bey größerer Anzahl, daß ihr Tod von etwas andern, als der eingeschlossenen Luft herrühre, und ihr Leben im Verhältnisse der Menge der Luft stehe.

Hiernächst bemerkt Cigna, daß die Dauer des Brennens der Lichter, wenn solche gleich groß sind und gleich brennen, wie das Leben der Thiere, im verkehrten Verhältnisse ihrer Zahl stehe, und führt dabey einige von Hales angestellten Versuche an. Ueberhaupt zeigt er, daß die Menge der verschluckten Luft der Größe der Flamme hinreichend entspreche und bestärkt dieß durch die Uebereinstimmung der Abnahme der Kerzen am Gewichte mit dem Volumen des innern Raums im Gefäße, wobey er zugleich die Erfahrung des Beccaria anführt, daß vom Zinn und Bley in zugeschmolzenen Gläsern nur ein Theil habe verkalkt werden können, welcher dem innern Raume des Gefäßes entsprach.

Hierauf wollte Cigna den Einfluß der verschiedenen Dichtigkeit der Luft versuchen, und nahm daher eine Flasche, welche 50 Pfund Wasser hielt, und deren Hals mit einem kupfernen Deckel verschlossen und mit zwey Röhren versehen war, von welchen eine an die Luftpumpe gebracht, und die andere mit einem zugeschmolzenen und mit Quecksilber gefüllten gläsernen Heber verbunden ward, dessen Stand die Dichtigkeit der

der Luft in der Flasche zeigen sollte; ein Sperling ward hineingethan und die Luft so weit ausgezogen, bis das Quecksilber 16 Zoll und 10 Linien über seinem wagrechten Stande gestiegen war; er erbrach sich, bekam Zuckungen, wobey das Quecksilber nach und nach um 4½ Linien höher stieg, aber bey Einlassung der Luft in die Flasche um 3 Zoll wieder fiel; ein anderer Sperling lebte 70 Minuten, da die Ausleerung nur so weit getrieben war, daß das Quecksilber 13 Zoll 5 Linien höher stand, welches bey seinem Tode noch um 7 Linien höher gestiegen war; bey einem dritten ward der Luft ihre natürliche Dichtigkeit gelassen, da der Vogel 3½ Stunden lebte und das Quecksilber nach seinem Tode 1½ Linie gestiegen war. Dabey bemerkt Cigna, die Luftmengen haben sich wie 128, 169, 330 d. i. wie 3, 4, 8, und die Lebensdauer wie 35, 70, 210 d. i. wie 1, 2, 6 verhalten, daß folglich die Lebensdauer mit der Luftmenge nicht im Verhältnisse ist, sondern eine gleiche Menge dichterer Luft das Leben länger erhalte, als eben so viel dünnere ausgedehnte. Boyle's ähnliche Versuche mit Mäusen beweisen, daß unter übrigens gleichen Umständen die Abnahme der Elasticität der Luft bey zunehmender Dichtigkeit stärker erfolge, und die Verminderung der Menge dem Verhältnisse der Abnahme ihrer Dichtigkeit folge, auch die Elasticität frischer nach dem Tode der Thiere eingeschlossener Luft ebenfalls vermindert werde. Aehnliche Versuche habe Hales mit Kerzen angestellt und einerley Erfolge bemerkt. Wenn ferner eine gleiche Luftmenge bey größerer Dichtigkeit Thieren weniger schädlich sey und Lichter später auslösche, so werde begreiflich, warum 522 Zoll Luft, welche bey natürlicher Dichtigkeit das Athmen eines Menschen höchstens 2½ Minute unterhalten, es in der Taucherglocke an 5

Minuten unterhalten können; warum es die Luft desto länger vermöge, je tiefer die Glocke eingesenkt und je stärker sie durch den Druck des Wassers zusammengepreßt sey, indem nach Desaguliers die Zeit, welche die Verderbung der Luft erfordere, von dem Maaße derselben abhange, wie dicht sie auch seyn möge. Ferner folge aus dem Gesagten, daß die dünnste Luft beym Leben der Thiere und dem Lichte, nicht wegen ihrer Verdünnung, sondern darum schädlich sey, weil sie alsdann eher verdorben werde.

Um mit größerer Gewißheit zu erfahren, was für eine starke Verdünnung Thiere vertragen könnten, that Cigna einen Sperling in eine gläserne Flasche, verschloß sie genau mit feuchter Blase, brachte sie nebst einem andern Sperling unter die Glocke der Luftpumpe und leerte diese aus, bis das Quecksilber im Heber auf 19 Zoll stieg, ließ dann so viele Luft in die Glocke hinein, daß es bis auf 2 Zoll fiel, pumpte wieder eben so viele Luft heraus, und fuhr so eine halbe Stunde fort, daß also beyde Sperlinge in so verdünnter Luft blieben, welche das Quecksilber kaum $7\frac{1}{2}$, höchstens $9\frac{1}{2}$ Zoll hoch halten konnte, nur daß der eine immer dieselbe, der andere aber alle Augenblicke frische Luft einathmete; dieser erbrach sich gleich, athmete kurz und oft, befand sich aber nachher wohl, und war, wie er nach einer halben Stunde herausgenommen ward, frisch und gesund; jener ward engbrüstig, bekam Zuckungen und starb kurz nachdem er herausgenommen war.

Cigna schließt hieraus, daß die Luft in der Glocke, auch bey einer starken Verdünnung, zum Athmen und zur Erhaltung des Lebens der Thiere nicht untauglicher werde, wenn man sie nur erneuere; jedoch

doch aber Thiere ehe eine dichtere, als dünnere, Luft vertragen, wie das Beyspiel der Taucherglocke lehre. Vergleiche man ferner diese Erscheinungen mit denen, welche die Ausdünstung der Flüssigkeiten in einem eingeschlossenen Raume zeige, so finde sich eine genaue Uebereinstimmung, indem diese 1. nach und nach abnehme und endlich ganz aufhöre, 2. unter übrigens gleichen Umständen nach Verhältniß der innern Räume der Glocken daure, 3. in verdünnter Luft schneller vor sich gehe und die Glocke ehe mit Dämpfen fülle, so daß die Zeit dieser Anfüllung in größerm Verhältnisse, als die Dichtigkeit der Luft, abnehme, wie auch in der Luft eingeschlossene Lichter und Thiere anfänglich nach und nach ermatten und zuletzt ersterben, frische in der nämlichen Luft gleich erstickt werden, beyde in gleich dichter Luft nach Verhältniß der eingeschlossenen Menge dauren und bey gleicher Menge in dünnerer Luft ehe vergehen.

In Ansehung der Dünste bemerkt er, daß sie zwar im eingeschlossenen Raume Lichter verlöschen und Thiere ersticken; er wage aber noch nicht, ihre Beschaffenheit und die Eigenschaft, vermöge welcher sie eigentlich schädlich wären, nämlich durch Zusammenpressung neuer Dünste oder Veränderung der physischen oder mechanischen Eigenschaften der Luft, zu bestimmen, und verspricht hierüber neue Versuche anzustellen.

Wenn Dünste den Flammen nachtheilig sind, so frage es sich, warum über glühende Metalle, ja Glas, hinweggestrichene Luft ein Licht auslösche? und warum die Luft in einer Glocke zur Erhaltung der Flamme desselben untauglich werde, wenn man den Wänden der Glocke Feuer nahe bringe? Denn so habe glühendes Glas an die untere Mündung einer mit drey senkrech-

rechten Löchern versehenen Glocke gebracht das in derselben brennende Licht nicht durch eine Verderbung der Luft, sondern durch Ausdehnung derselben vermöge der Hitze ausgelöscht, indem der Versuch nicht gelinge, wenn man den Strom der dadurch bewirkten Luftwelle auf das Licht hindere. In Ansehung der zweyten Erfahrung aber sey er noch ungewiß, ob die Ausdünstungen des Feuers nicht durch die sehr dünnen Wände der Glocke oder einen Riß derselben gedrungen, oder sonst ein Irrthum vorgegangen sey, weil es nachher mit einer dicken Glocke nicht habe gehen wollen, und die wahrgenommene Unfähigkeit der selbst durch kalte Thiere verdorbenen Luft zur Erhaltung der Flamme habe in ihm Zweifel gegen seine erste Meynung erregt; überdem bemerke Desaguliers, daß die über glühende Metalle wegstreichende Luft nicht verdorben werde, wofern sie nicht durch Dünste der Metalle selbst oder der Kohlen angesteckt werde, und er habe wahrgenommen, daß Luft, welche viele Monate in einer Flasche eingeschlossen gewesen war, die auf einem heißen Ofen gestanden hatte, keine schlimme Beschaffenheit erhalten habe. Die übrigen Einwürfe gegen die Theorie der Dünste seyen von geringerer Wichtigkeit.

Erwäge man die Erscheinungen bey der Veränderung der Elasticität der Luft durchs Athmen der Thiere, so werde noch mehr erhellen, daß Dünste die Ursache ihrer Erstickung wären. Sie verminderten jene Elasticität, indem sie sich so stark an die Lufttheilchen hiengen, daß sie ihre Kraft, einander zurückzustoßen, verminderten; daher verminderten sie die Elasticität der Luft anfänglich sehr, und hernach weniger, so wie solche zur Aufnahme mehrerer untauglicher werde, bis sie völlig gesättigt wären; frische in die Glocke

geleis

geleitete Luft nehme von neuem an Elasticität ab; daher verliere die mit Dünsten gesättigte Luft nicht von derselben, wenn sie in einen leeren Raum gelassen, oder mit Luft, die ebenfalls mit Dünsten gesättigt sey, gemischt werde, scheine aber bey der Mischung mit reiner Luft zu verlieren, weil sie die Elasticität dieser durch ihre Dünste vermindere; daher schienen einige Körper, welche im ersten Falle Luft geben, in reine und natürliche Luft eingeschlossen solche einzusaugen, weil die Abnahme der Elasticität der in den Dünsten eingeschlossenen Luft nach dem Verhältnisse des Zuwachses der Luft zunehme; daher schienen, nachdem eine oder die andere Ursache das Uebergewicht behalte, gewisse Körper in eingeschlossener Luft bald welche aus sich zu entwickeln, bald sie einzusaugen. Demnach ertheilten die Körper, welche die Elasticität der mit ihnen eingeschlossenen Luft anfänglich verminderten, derselben einen Zuwachs, sobald ihre Elasticität nach ihrer Sättigung mit den Dünsten nicht mehr abnehmen könne.

Diese Erscheinungen wären mit denen, welche die in der Luft eingeschlossenen Thiere zeigten, sehr übereinstimmend; ihr Athmen vermindere anfänglich die Elasticität der Luft, darnach langsamer, und endlich, wenn sie mit Dünsten gesättigt sey, nicht mehr; frische zugelassene Luft mische sich mit den Dünsten und verliere wieder an Elasticität; die Verminderung hänge nicht von der Zahl der eingeschlossenen Thiere ab, weil sie die Luft doch nur auf eine gewisse Stufe mit Dünsten sättigen, folglich nicht weiter vermindern können; in solcher schon gesättigter Luft eingeschlossene Thiere sterben gleich, ohne sie merklich weiter zu vermindern, ja sie geben ihr vielmehr kurz vor ihrem Tode einen Zuwachs, wenn sie darin eine Zeitlang leben können.

Da die von den Thieren entweichenden Dünste das Vermögen besitzen, die Elasticität der Luft, womit sie sich mischen, zu vermindern, so haben einige Physiker unrichtig behauptet, daß solche Verminderung von der Einsaugung der Luft herrühre, oder selbige ins Blut übergehe; denn im letztern Falle müsse sonst eben so viel durch die Lungen, oder einen andern Weg, wieder fortgehen, viele Thiere mehr Luft einsaugen, Thiere die Elasticität ausgedehnter Luft nicht vermindern und diese Luft, beym Weggehn aus dem Blute und andern Feuchtigkeiten, die Elasticität der umgebenden vermehren, welches alles nicht geschehe.

Den allgemeinen Gesetzen zu Folge vermindern eingeschlossene Pflanzen ebenfalls die Elasticität der Luft durch ihre Dünste und vor ihrem Verwelken so sehr, daß eine frische Pflanze in selbiger auf einmal hin stirbt, ohne ihre Elasticität weiter zu vermindern.

Die Erscheinungen bey der Verminderung der Elasticität der Luft durch die Flamme seyen von den vorhergehenden sehr verschieden; anfänglich nehme sie sehr zu und nachher erst ab, dann aber immer mehr, bis die Flamme verlösche; je mehr brennende Lichter unter einer Glocke gestellt werden, oder vielmehr, je größer ihre Flamme sey, desto stärker vermindere sie selbige, und gleiche Kerzen unter ungleichen Glocken beynahe gleich, daß folglich die Einsaugung der Luft dem Umfange der Flammen, und nicht ihrer Zahl, nach der Luftmenge, entspreche; daher schwäche eine Flamme die Elasticität der Luft eben so sehr, als die bereits durch Ausdünstungen verdorbene, ob sie gleich in letzterer früher verlösche und kaum $\frac{1}{5}$ der Zeit daure; ja sie vermindere die Elasticität einer mit heißen Dämpfen angefüllten Luft über die Hälfte stärker, ihre Zeitdauer

dauer sey aber viel kürzer, so daß solche Verminderung der Ausdehnung der Luft zugeschrieben werden müsse; die am wenigsten ausgedehnte Luft werde verdichtet, und daher scheine ihre Elasticität in gleichem Verhältnisse mit der Wärme abzunehmen.

Um diese Wirkungen gehörig zu unterscheiden ward ein brennendes Licht auf einem Leuchter in ein Gefäß voll Wasser gestellt, eine Glasglocke darüber gedeckt, das Wasser vermittelst eines Hebers mit dem äußern gleich hoch gebracht, dann der Heber ins Wasser gesenkt, um das Steigen des Wassers zu bemerken, welches mit der Abnahme der Flamme anfieng, beym Verlöschen derselben stärker zunahm, und noch nachher fortfuhr, bis die Luft abgekühlt war, da alsdann Cigna den höchsten Stand bemerkte; bey der Wiederholung dieses Versuchs ward das Licht an dem Arm des Hebers befestigt, welcher unter die Glocke kam, so daß, wie solcher ins Wasser geneigt ward, auch gleich das Licht einsank und verlosch, damit das Verlöschen gleich auf die Hemmung der Gemeinschaft der äußern Luft mit der in der Glocke eingeschlossenen erfolgen möchte, und das Wasser stieg ebenfalls mit einem desto geringern Unterschiede, je gleicher die Flammen waren; woraus Cigna schließt, daß die Flamme eines Lichts die Elasticität der Luft fast gar nicht vermindere und das Steigen des Wassers in der Glocke vielmehr von der Verdichtung der zuvor durch die Wärme ausgedehnten Luft herrühre, und man ohne Unterscheidung dieser zweyerley Wirkungen nie werde entscheiden können, ob die Flamme die Elasticität der Luft mehr oder weniger, als in ihr eingeschlossene Thiere, schwäche.

Ferner

Ferner bemerkt Cigna: Phosphor, welcher durch ein Brennglas unter einer Glocke, oder durch außen angebrachte Hitze in einem verschlossenen Gefäße angezündet werde, vermindere die Elasticität der Luft; auch der Selbstzünder thue dieß, indem er sich unter der Glocke von selbst entzünde, und das nämliche erfolge, wenn der schon kalt gewordene Schwefeldampf von neuem wieder erhitzt werde; die durch die Flamme des Schwefels oder jede andere Flamme bewirkte Verminderung der Elasticität dauere 20, ja 30 Stunden nach ihrer Verlöschung; auch schwäche sie Schwefel, oder jeder andere entzündliche Stoff, wenn er unter einer Glocke durch ein Brennglas angezündet werde; daß folglich gewisse, und zwar die gewöhnlichsten, Flammen sie vermindern; daß nach der Verschiedenheit der Stoffe, welche sie nähren, gewisse Flammen dieß thun und andere frische Luft geben, beweise Hales Erfahrung, da bey der Destillation einige entzündliche Körper die Elasticität der Luft verminderten und andere eben so entzündliche, ja sogar Oele, viele Luft gaben.

Aus dem obigen folge, daß die durch die Dünste der Flammen bewirkte Verminderung der Elasticität viel geringer sey, als diejenige, welche von der Abkühlung und Verdichtung der Luft herrühre; denn der Schwefel schwäche sie weniger beym Destilliren, als beym Abbrennen; 2 Gran Phosphor so angezündet und unter eine Glocke geschlossen saugen 28 Zoll Luft ein, da sie hingegen in einem bedeckten Gefäße durch außen angebrachtes Feuer angezündet nur 13 verzehren, daß folglich das Messen gedachter Verminderung durchs Steigen des Wassers oder Quecksilbers in einer Röhre sehr unvollkommen sey. Diese

Ver-

Verminderung werde nicht vermittelst Flammen durch Einsaugung der Luft bewirkt, sondern vielmehr durch von ihnen ausgestoßene Dünste, welche die zurückstoßende Kraft der Lufttheilchen, mit welchen sie sich mischen, vermindern; denn nach Hales Bemerkung bleibe nur beym Verbrennen des Schwefels eine trockne aller Luft beraubte Erde übrig.

Nachdem nun Cigna bewiesen hat, daß es vorzüglich die Dünste seyen, welche die Flamme und Thiere in eingeschlossener Luft auslöschen und ersticken, so geht er zu der Untersuchung über, ob solche allezeit einerley sind, und führt zuvörderst Papins, Laghis u. a. Erfahrungen an, daß eine durch Lichte verdorbene Luft, wenn gleich ein anderes Licht in ihr augenblicklich verlösche, doch Thieren nicht allemal, sondern nur nach Beschaffenheit des Brennmaterials schädlich sey, welches die Flamme genährt habe; es müßten also die Dünste, welche letztere auslöschen, von denen verschieden seyn, welche die Thiere ersticken; demnach müßten die Flammen, wenn sie letzteres bewirken, beyderley Dünste ausstoßen, deren Verschiedenheit bey den Kohlen bemerklich sey. Diese Dünste schienen in der geathmeten und der durch die Zerlegung verschiedener Körper oder durch die Fäulniß bewirkten künstlichen Luft beysammen zu seyn. Diejenigen Dünste, welche zur Unterhaltung der Flamme und des Lebens untauglich wären, seyen nicht der Rauch, weil die Luft nach dessen Zertheilung verdorben bleibe und beym Durchgange durch verschiedene Flüssigkeiten, welche den Rauch zurückhalten, nicht verbessert werde, weil ferner auch Flammen ohne Rauch, wie z. B. vom stärksten Weingeiste, in eingeschlossener Luft endlich verlöschen, und weil der Rauch verbrennlicher Körper die Flamme nicht

auslösche, sondern selbst entzündlich sey. Das Ve
löschen der Flamme in der eingeschlossenen Luft bewi
also nicht die Materie des Feuers, sondern vielme
der durch diese mittelst des durch die Wirkung des Fe
ers veränderten Stoffs ausgestoßene Dunst. Die Dü
ste, welche die Thiere ersticken, rühren gewiß vo
Athmen her, weil die Wände, der Behälter davo
nach dem Tode der Thiere beschlagen, und bey ihr
Oeffnung ein unangenehmer und schädlicher Geru
herausgeht. Diese Dünste seyen nicht bloß wässeri
weil sie die Elasticität der Luft mindern, welches je
nicht thun, auch die gemeine Luft oft mehr Was
enthalte, als geathmete, ohne darum schädlicher
seyn. Der Dunst, welcher die in der Luft eingeschl
senen Thiereersticke, komme einer faulen Ausdünstu
sehr nahe, und scheine sehr viel flüchtiges Laugens
zu enthalten; Laghi habe eine schnellere Ersticku
derselben von dem Dampfe eines aus dem Bl
gezogenen ähnlichen Salzes beobachtet; er selbst ha
ein brennendes Licht in einer mit Dämpfen vom S
miakgeiste gesättigten Luft eingeschlossen, und bemer
daß alle eingeschloss ne Luft entzündet ward, auch ha
er den nämlichen Erfolg am Dampfe einer Schwe
geisttinktur wahrgenommen. Dagegen werde Lu
welche zum Athmen gedient habe, nicht entzündet, s
dern lösche die Flamme aus, weil die Dünste, du
welche sie verdorben sey, von den Ausdünstungen
flüchtigen Salzes verschieden, oder mit andern ih
Entzündung widerstehenden und die Flamme verlösch
den gemischt sey, daß folglich die Zusammensetz
des flüchtigen Laugensalzes einen fetten Stoff erford
Daraus könne man auch einsehen, warum Dün
fauler Körper zuweilen entzündlich wären, und
Stoff, welcher an die Stelle des verflogenen flücht

langensalzes trete, oder mit ihm gemischt werde, die Flamme auslösche. Luft, die mit solchen Dünsten geschwängert worden, sey bisweilen verschiedene Monate nach ihrer Sättigung noch entzündet worden, daß folglich solche Dünste, wenn sie in der Luft vertheilt wären, ihr lang adhärent blieben; eine durch eine Flamme oder durchs Athmen verdorbene Luft behalte diese schlimme Beschaffenheit auch lange. Uebrigens gebe es sehr verschiedene den Thieren schädliche Dämpfe; Hawksbee's, Desaguliers und Laghi's Erfahrungen bewiesen, daß die Dünste vieler Pflanzen sie tödten, wie auch viele Körper bey ihrer Zerlegung eine tödtliche künstliche Luft lieferten; diese giftigen Ausdünstungen wären bald leichter, bald schwerer, als die Luft; bisweilen unterbrächen sie den Schall; einige besäßen einen starken Geruch, andere wären geruchlos.

Endlich wendet sich Cigna zur Erklärung, warum die in ein und derselben Luft angehäuften und vereinigten Dünste von Flammen und Thieren beyden gleich schädlich seyen, und fängt mit den Pflanzen an. Er habe bereits erwiesen, daß die Elasticität nicht die Ursache des Verlöschens der Flamme sey, sondern die einmal mit Dünsten einer Flamme gesättigte Luft hindere den Ausbruch frischer Dünste, welche das Brennmaterial bey seiner Verzehrung hergeben müßte, wie solches bey allen Verdunstungen geschehe, deren übrige Erscheinungen auch den Erscheinungen der in eingeschlossener Luft verlöschenden Flamme sehr wohl entsprächen. Beynahe aus eben der Ursache sterben Pflanzen im nämlichen Falle ab; sie vermindern die Elasticität der Luft anfänglich ein wenig und fangen an welk zu werden, und nach ihrer Verwelkung sterbe

eine frisch hineingebrachte Pflanze gleich ab, ohne jen
Elasticität mehr zu vermindern; die Dünste, welch
solche Verminderung bewirken, werden also zurückg
halten, mithin werde die Abnahme der Elasticität g
ringer und die Pflanzen welk, bis sie absterben un
jene Abnahme aufhöre; die Ausdünstungen seyen de
Pflanzen nothwendig, damit sie durch ihre Wurzel
frische Säfte anziehen können, von welchen ihr Lebe
abhange, daher einzelne Bäume ihre Zweige me
ausbreiten und im Walde nahe an einander stehen
Bäume schlanker aufwachsen.

Nicht so leicht sey es zu erklären, warum die ei
geschlossene Luft den Thieren schädlich sey. Daß d
Dünste nicht durch die Verminderung der Elasticit
der Luft schaden, sey leicht zu erweisen, weil die
einer durch die Ausdünstungen anderer Thiere ve
dorbene Luft hineingebrachten Thiere eben sowo
sterben, wenn man auch hinlängliche Luft z
Wiederherstellung des Gleichgewichts in die Glo
gehen lasse, oder der auf solche Art ausgedehnten L
ihre natürliche Dichtigkeit durch zugegossenes Was
wieder gebe. Ja ein in eine solche Glocke gebracht
Vogel sey gestorben, ohne daß der Stand des Que
silbers in einem Heber wäre verändert worden, da
er vermuthet habe, daß Luft durch eine Oeffnung ha
hineinkommen können, wie denn auch in selbiger
Vogel ein wenig länger gelebt habe; da nun hier
Luft nicht vermöge ihrer Elasticität, sondern verm
ihrer Schwere gewirkt habe, so sey die Vermin
rung der ersten durch die Dünste nicht die Ursache d
Todes der Thiere. Von Haller habe erwies
daß ein anhaltendes Athmen der Thiere aus eben
Ursache tödte, als die Luft, in welcher sie eingeschlos
seyen; auch währe das Einathmen kürzer in einer D

I

nen und früher, länger aber in einer dichten und später verdorbenen Luft; indessen müsse beym Athmen in freyer Luft die in den Lungen befindliche Luft elastisch genug seyn, um derjenigen, welche den Eingang der Luftröhre berühre, das Gleichgewicht zu halten; daher vermindere sich die Elasticität, und die in der Luft eingeschlossenen Thiere könnten nicht durch die Verminderung ihrer Elasticität erstickt werden. Gienge die verdorbene Luft durch die Lungen, so würde eine andere Einrichtung sie zum Einathmen untauglich machen; indessen habe er in der Luft erstickte Kaninchen geöffnet, die Brusthaut überall dicht an den Lungen liegend gefunden, und bey der Oeffnung unter Wasser keine Luftblasen aufsteigen sehen.

Es wären also die physischen Ursachen der Erstickung der Thiere durch eine verdorbene Luft: 1. die Abnahme und die endlich gänzlich aufhörende Ausdünstung, welche durch die nämlichen Dünste gehemmt werde, die die Luft schwängern und gleichsam sättigen, weil frisch eingeschlossene Thiere die Elasticität der Luft nicht mehr vermindern können, daher man auch beym Uebergange aus einer neuen in eine verdorbene Luft, wenn solche auch kälter sey, eine Wärme besonders am Gesichte empfinde. Inzwischen scheine ihnen die Ausdünstung nicht unbedingt nothwendig zu seyn, so daß ihre Hemmung so schnell tödten sollte, weil andere Ausleerungen sie ersetzen könnten, und Thiere lange genug in einer verdichteten Luft lebten und sich wohl befänden. 2. Werde das Nervensystem durch die Anhäufung der Dünste gereizt, daher die Luftröhrenäste und Lungen sich zusammenziehen, und der Luft, welche sie ausdehnen soll, nicht weichen wollen. So erkläre Boerhaave die Wirkung der Schwefeldämpfe,

pse, und Sauvages schreibe das nämliche Vermö gen einem gewissen faulen, jedoch Geruch- und Geschmacklosen Dünste zu, da doch solche Erscheinungen wahrscheinlicher den Dünsten zugeschrieben werden, mit welchen die zum Einathmen gebrauchte Luft angesteckt sey, die nach Laghi so unangenehm riechen, daß sie einem die Luft benehmen. Diese Meynung erhalte auch dadurch viel Wahrscheinlichkeit, weil die in solcher verdorbenen Luft eingeschlossenen Thiere beschwerlich athmeten. Alles dieß rühre nach obigen Gründen nicht von der Abnahme der Elasticität der Luft her, sondern vom verstärkten Widerstande der Lungen. Auch habe Boyle gefunden, daß eine Verdichtung der Luft das Athmen der Thiere nicht erleichtert habe; ferner habe Hales bemerkt, daß ein Hund, an dessen Luftröhre eine Blase voll Luft befestigt worden, beschwerlich geathmet, aber sich nach einem Druck der Blase erholt habe, welches nicht zu verwundern sey, da im ersten Falle alle Kraft der in die Lungen dringenden Luft von der Erweiterung der Brust abgehangen habe, im letztern aber der angebrachte Druck ihr zu Hülfe gekommen sey. Hieraus ersehe man, warum Hales durchs Athmen einer vermöge einer Blase in einem biegsamen Behältnisse zurückgehaltenen Luft ein Gefühl einer Erstickung empfunden habe, und ein Hund, an dessen Luftröhre eine Blase angebracht worden, wirklich erstickt sey; warum Thiere in Behältern sterben, welche mit feuchten Blasen zugebunden sind, obgleich die äußere Luft diese so hinein drucken müsse, daß die in denselben enthaltene Luft mit ihr beständig im Gleichgewichte stehe; warum Thiere in einer verdichteten Luft sterben, obgleich ihre Elasticität weit größer, als die der natürlichen ist; warum sie ebenfalls in natürlicher eingeschlossen sterben, obgleich

gleich das Quecksilber im Barometer weniger falle, als bey Veränderung der Witterung; warum sie sich dagegen in der dünnen Luft auf den Gipfeln der Berge, ja in der durch Luftpumpen verdünnten, wenn sie nur erneuert werde, wohl befinden; warum sie endlich durch Schwefeldämpfe und künstliche Luft erstickt werden, und zwar schneller als im luftleeren Raume, da die freye Luft doch die Lungen durch ihre Schwere, und nicht durch ihre Elasticität, ausdehne, diese Dünste aber, wie das Barometer beweise, die Schwere nicht vermindern können.

Der einzige scheinbare Unterschied zwischen geathmeter und mit erstickenden Dünsten geschwängerter Luft sey, daß jene keine Zuckungen bewirke; dieß scheine aber daher zu kommen, daß bey der allmählichen Verderbung der Luft durchs Athmen sich die in ihr eingeschlossenen Thiere dazu gewöhnen, oder schwächer werden, indem Thiere, die man in eine schon durchs Athmen anderer Thiere verdorbene Luft bringe, unter schrecklichen Zuckungen sterben, ja solches in reiner natürlicher Luft geschehe, wenn die Glocke so enge sey, daß die in ihr befindliche Luft bald verdorben werde. Da nun die schädliche Eigenschaft der Luft in beygemischten Dünsten bestehe, so sey es kein Wunder, daß solche Luft gleich schädlich sey, nach welcher Richtung sie auch bewegt werde; ja die Dünste seyen so mit der Luft vereinigt, daß man sie mittelst des Durchlassens durch verschiedene Flüssigkeiten nicht von denselben habe befreyen können; eine heftige Kälte habe diesen Erfolg eher durch Verdickung der Dünste bewirkt. Wenn man die Beschaffenheit dieser Dünste kennte, so möchte man vielleicht eine Flüssigkeit finden, welche sie einsaugen würde, besonders wenn man die verdor-

bene Luft durch sie gehen ließe, oder einen andern Kör-
per entdecken, dessen wohlthätige Ausdünstungen dies
schädlichen Dünste verjagten oder sich mit ihnen ver
mischten, und ihre Schädlichkeit vernichteten. Abe
bis dahin habe man darüber noch keine Entdeckunge
gemacht, kenne aber ein anderes Mittel, die Luft z
reinigen, welches zwar nicht sehr anwendbar sey
jedoch zum Beweise viel beytrage, daß die Schäd
lichkeit von Dünsten herrühre; diese Dünste seyen näm
lich nicht so elastisch, als die Luft, und werden nich
so stark ausgedehnt; wenn man sie also einmal scheide
so vermischten sie sich hernach nur sehr langsam mi
einander, und man könne folglich die Luft durch wi
derholte Ausdehnung und Verdichtung reinigen; durc
dieses Mittel habe er einem Sperlinge 3 Stunden un
50 Minuten das Leben erhalten, da hingegen ein an
derer in eben so vieler aber nicht bewegter Luft in eine
Stunde und 21 Minuten gestorben sey.

Cigna versprach, seine Untersuchungen in d
Folge noch weiter zu erörtern; allein er hat sein Ve
sprechen nicht gehalten.

Die Herren du Hamel, Hellot und Mo
tigny statten einen Bericht von den entzündlich
Dämpfen der Steinkohlengrube zu Briançon ab e)
Diese Grube war nämlich verschiedene Jahre hindurc
ohne einen übeln Zufall, bearbeitet, aber seit einig
Zeit wahrgenommen worden, daß, wenn man ein
Tag nicht arbeiten ließ, unten in der Grube plötzli
eine Entzündung erfolgte, sobald Licht hinein kan

w

e) Sur les vapeurs inflammables qui se trouvent dans l
mines de charbon de terre de Briançon in Mémoir.
l'Acad. roy. des scienc. de Paris an. 1763.

wodurch viele Arbeiter sehr verbrannt waren. Die Herren führen in ihrem Berichte erstlich bekannte Wahrnehmungen von entzündlichen Schwaden, wie auch von solchen an, welche Lichter und Lampen auslöschen, die Arbeiter ersticken, und in den Kohlengruben zu Auvergne la pousse genannt werden, woselbst sie sich durch einen dicken Nebel verrathen; sie schlagen darauf Mittel zur Erhaltung eines Luftwechsels vor, ohne sich auf die Beschaffenheit und Eigenschaften der entzündlichen Dämpfe weiter einzulassen. In Ansehung der nicht entzündlichen erstickenden Schwaden berufen sie sich auf die von Monnier im Jahr 1739. über die Beschaffenheit und Wirkung derselben in den Kohlengruben zu Brassac in Auvergne angestellten und in dessen Beobachtungen aus der Naturgeschichte beschriebenen Versuche, welche im Jahr 1740 herausgekommen seyen, und in welchen er die Meynung äußere, daß solche von der Art wären, welche die Elasticität der Luft binden oder zerstören.

Schon lange vorher hatte Clayton [f]) durch Destilliren der Steinkohlen einen sehr entzündlichen Geist erhalten, welcher sich durch keine Verklebung halten ließ, bey Annäherung eines Lichts an der Mündung einer angebrachten tubulirten Vorlage brannte, ohne daß man sah, was die Flamme nähre, eine vorgebundene Blase so stark ausdehnte, als wenn sie ein Mann aufbließ, sich in starken, z. B. Rindsblasen, aufbewahren ließ, und nach einer beträchtlichen Zeit nicht verdichtet war, und, wenn man ein Loch in

f) An experiment concerning the ſpirit of Coats, being part of a letter to the hon. *Boyle* from the late *John Clayton.* in Philoſ. Tranſ. Vol. XLI. P. I. n. 452.

in die Blase stach und ihn nach der Flamme eines Lichts hindruckte, so daß er Feuer fangen konnte, fortbrannte, bis aller Geist herausgepreßt war, obgleich zwischen diesen und den mit gemeiner Luft gefüllten kein Unterschied zu sehen war, in dünnern, z. B. Kalbsblasen, aber in 24 Stunden seine Entzündlichkeit verlor, obgleich die Blase gar nicht schlaff geworden war, welcher sogenannte Geist also nichts anders, als die entzündliche Luft der Neuern war.

Noch eine andere merkwürdige Nachricht von dem entzündlichen Bache in dem Priorat von Tremolac, des Ordens von Clugny, 5 Meilen von Bergerac, hat Roual dem Herrn von Reaumur im Jahr 1740 mitgetheilt [g]). Ein Krebsfänger bediente sich nämlich brennender Strohfackeln, um die Löcher, in welchen sich die Krebse verbargen, besser wahrzunehmen. So lange der Mensch auf dem Sande des beynahe wagrechten Bettes dieses Baches gieng, fieng die Oberfläche des Wassers kein Feuer, als er aber auf unebene Stellen kam, welche voll Löcher waren, so erstaunte er, zu sehen, daß das Wasser sich entzündete, so daß sein Hemd dadurch verbrannt ward. Der Abt d'Aleme, welcher damals Prior zu Tremolac war, ließ den Versuch zwey oder dreymal wiederholen und er gelang allemal. Wahrscheinlich, wird angeführt, habe sich in diesen Vertiefungen ein schweflichter Schlamm gesammelt, welcher hinlänglich bewegt worden sey, um durchs Wasser auszudunsten und bey der geringsten Annäherung einer Flamme Feuer zu fangen; die berühmte brennende Quelle in Dauphiné verdiene diese Benennung lange nicht mit dem

Rech

g) Ruisseau inflammable in der Hist. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris an. 1741.

Rechte, wie der Bach zu Tremolac, weil sie, wenigstens damals, ein bloßes erdharziges Erdreich zeige, wo man zuweilen eine schwache Flamme, wie von brennendem Branntweine, hin und her schweben sehe.

Bisher war die Existenz der sogenannten fixen Luft und ihre Verbindung ein bloßer Gegenstand der Naturlehre, aber nach van Helmont hatte sie noch kein einziger Physiologe behauptet. Herr von Haller lehrte nach den Erfahrungen des D. Hales zuerst, daß die Luft der wahre Kitt der Körper wäre, und durch ihre Bindung in den festen und flüssigen Substanzen das Verbindungsmittel der Uranfänge ausmache und sie mit einander vereinige. Es scheint, sagt er [h]), die Luft das vornehmste Band der Uranfänge auszumachen, da sich solche nicht ehe von einander trennen, als wenn die Luft ausgetrieben ist. Sie liefert den wahren Leim zur Verbindung der erdichten Theilchen, wie aus dem Beyspiele der Thier- und anderer Steine und harter Körper überhaupt erhellt, bey welchen sämmtlich das Band der Theile nur dann gelößt wird, wenn sich die Luft daraus entwickelt.

Zur Unterstützung dieser Lehre gab der Wundarzt zu Dublin, David Macbride [i]) im Jahr 1764 eine Reihe sehr zahlreicher und gut angestellter Versuche heraus, welche die Naturlehre und Physiologie ungemein erweiterten. Aus diesen Versuchen erhellet, daß nicht allein von den brausenden Substanzen und in Gährung gehenden Stoffen, sondern auch von allen thierischen Stoffen, welche zu faulen anfangen, fixe Luft entbunden werde. Um nun die äußerste Leichtigkeit zu beweisen, womit sich diese Luft sowohl mit dem

h) Elementa physiolog. Tit. I. cap. I.
i) Experiment. essays. Lond. 8.

dem Kalke, als den fixen und flüchtigen Laugensalzen
verbinden kann, bediente sich Macbride einer Vor
richtung, welche unter dem Nahmen der Macbrid
schen bekannt ist, obgleich der erste Gedanke derselbe
dem Herrn Black zugehört. Er that nämlich nac
und nach brausende salzige Stoffe, gährende Sub
stanzen aus dem Gewächsreiche, und endlich faul
thierische Stoffe in eine Flasche, ließ die Luft, wel
che aus denselben entbunden ward, durch eine krumm
Röhre gehen, und in einer Flasche auffangen, in wel
che er Kalkwasser, fixes Laugensalz, flüchtiges ätzende
Laugensalz, nach einander that; sobald die aus de
Mischung entbundene fixe Luft die Oberfläche des Kalk
wassers berührte, so machte sie es trübe, und bal
darauf fiel die Erde derselben nach und nach unter de
Gestalt der Kalkerde nieder. Eben so verhielt es sic
mit den flüchtigen und fixen ätzenden Laugensalzen
In dem Maaße, wie sich die fixe Luft mit ihnen ve
band, erhielten sie die Eigenschaft, mit Säuren z
brausen, wieder, und wenn sie hinlänglich in die Eng
gebracht waren, so erlangten sie auch ihre feste Gesta
wieder und schossen in der Flasche an. Diese letzte
Erfahrung zeigt, daß, wenn das fixe Gewächslau
gensalz nicht anschießt, solches deßwegen nicht g
schieht, weil es durch die Gewalt des Feuers gebild
und zubereitet, und gemeiniglich nur von der ihm e
genthümlichen Menge fixer Luft beraubt erhalten wird
man darf ihm daher nur solche wieder geben, so e
theilt man ihm auch zugleich die Eigenschaft, anz
schießen, wieder.

Die mancherley Versuche über die große Men
fixer Luft, welche von den in Fäulniß gehenden thierisch
Stoffen entbunden wird, leiteten ihn zu der Folgerun

d

daß die Festigkeit, der Zusammenhang und der gesunde Zustand der fleischigen Theile nur von der Gegenwart dieser nämlichen elastischen Flüssigkeit abhangen, und daß nur in dem Maaße, wie die fixe Luft durch die Gährung aus ihnen entbunden wird, auch ihr Gefüge zerstört werde, die Bestandtheile derselben sich von einander trennen und scheiden, um sich hernach in einer andern Ordnung wieder zu vereinigen, und neue von der erstern sehr verschiedene Verbindungen zu liefern.

Alles dieß lehrte schon van Helmont; folgende Entdeckung aber, vorausgesetzt, daß sie hinlänglich ausgemacht sey, gehört ganz dem Herrn Macbride zu: daß nämlich halb verfaultes Fleisch, welches einen Theil der in seine Zusammensetzung eingehenden Luft verlohren hat, seine vorige gesunde Beschaffenheit wieder erhalten kann, wenn man ihm die fixe Luft wieder giebt; zur Bewirkung dieses Erfolgs ist es hinreichend, wenn man es dem Dampfe eines beliebigen gährenden Stoffs, oder einem Strome durch Brausen entbundener Luft aussetzt.

Macbride wendet diese verschiedenen Erfahrungen zur Erklärung der Erscheinungen bey der Verdauung an; er zeigt, daß alle Mischungen, welche wir bey unsern Nahrungsmitteln vorzunehmen pflegen, in kurzer Zeit zu gähren im Stande sind, daß die Mischungen thierischer und vegetabilischer Substanzen sogar geschickter zur Gährung sind, als es jede von diesen Substanzen vorher war, und daß von allen zur Nahrung dienenden Versetzungen, mit welchen er sehr viele Versuche angestellt hat, allezeit eine beträchtliche Menge fixer Luft entbunden wird. Diese Entbindung muß, nach Macbride, in dem

Ma-

Magen der Thiere auf eben diese Art statt finden; diese fixe Luft werde nach seiner Meynung von dem Milchsafte eingesogen oder mit ihm verbunden, und gehe in diesem Zustande in den Umlauf des Bluts über, oder werde in den Gedärmen von den besondern zu dieser Art von Absonderung bestimmten Gefäßen eingesogen, und gehe darnach in beyden Fällen durch die Ausdünstung oder mit dem Urine weg. Das Kalkwasser schien ihm zu einem Probiersteine für diese Gattung brauchbar zu seyn; auch bemächtigt sich wirklich der Kalk wegen seiner starken Neigung zur fixen Luft derselben mit Begierde, und wird durch sie gesättigt, so oft man ihn mit einer solchen Flüssigkeit mischt, da er alsdenn unauflößlich wird, und daher als rohe Kalkerde zu Boden nieder fällt. Auf diese Art hat er wahrgenommen, daß frisch gelassenes Blut eine große Menge fixer Luft enthält; umständlichere Erfahrungen haben ihn nachher gelehrt, daß diese Luft ihren Sitz in dem rothen Theile hatte, dahingegen das Blutwasser derselben beraubt war. Ferner hat er durch Versuche derselben Art gefunden, daß der Schweiß und der Urin viele fixe Luft enthielten, da im Gegentheil die Galle, und besonders der Speichel, anstatt dieselbe zu enthalten, vielmehr ein Bestreben, dergleichen einzusaugen, äußerten.

Andere sehr zahlreiche Versuche über die Gährung der gemischten Nahrungsmittel, und dasjenige, was die Gährung beschleunigen oder verzögern kann, leiteten Macbride'n zu sehr wichtigen Betrachtungen über die faulen Krankheiten und den Seescharbock. Diese Krankheiten rühren nach der Lehre des Herrn Macbride von der Fäulniß oder von der Beraubung einer gewissen zur gesunden Beschaf-

schaffenheit nothwendig erforderlichen Menge fixer Luft her; auch bemerkt er, daß der Genuß thierischer Speisen in Krankheiten dieser Art das zweckwidrigste Verhalten sey, weil solche viel weniger fixe Luft durch die Gährung liefern, als die Gewächse, da hingegen die Heilmethode in dem Genusse von Gewächsen und dem Gebrauche aller zur Lieferung einer Menge von fixer Luft geschickter Stoffe besteht. Nach diesen Grundsätzen räth Macbride den Gebrauch des Malzschrotes wider den Scharbock an; dieser Stoff, welcher nichts anders als gekeimte und geschrotene Gerste ist, liefert durchs Kochen eine zur Gährung sehr geschickte Flüssigkeit, welche mehr fixe Luft, als irgend ein anderer Gewächsstoff, liefert.

In Ansehung der fäulnißwidrigen Wirkung der Säuren behauptet Macbride, daß man solche nur der Eigenschaft, sich mit den laugensalzigen Theilen der in Fäulniß gehenden Stoffe zu vereinigen, und sie mittelsalzig zu sättigen, zuschreiben dürfe, welche dieselben in einem hohen Grade besitzen; aber dieses Mittel ist seiner Meynung nach mehr lindernd, als heilend, weil es die Theile nicht wie die fixe Luft wieder zu ihrem natürlichen Zustand bringt.

Außer diesen angeführten Versuchen, welche wesentlich zur Lehre des Herrn Macbride gehören, enthält seine Abhandlung noch eine große Menge anderer, von welchen die hauptsächlichsten folgende sind:

1. Der leere Raum der Luftpumpe beschleunigt die Entbindung der fixen Luft aus den gährenden Substanzen.

2. Die Kalkerden besitzen die Eigenschaft, die Fäulniß zu beschleunigen.

3.

3. Der Kalk äußert eine ganz besondere Eigenschaft auf die thierischen Substanzen; er zerlegt sie nämlich, indem er ihnen die fixe Luft, welche sie enthalten, entzieht, und bewirkt dadurch gewisser Maaßen einen der Fäulniß ähnlichen Erfolg.

4. Oel vereinigt sich mit den fixen Laugensalzen nur in so weit, als es der Luft beraubt ist. Läßt man den Dunst zweyer brausender Körper, oder einer beliebigen gährenden Mischung, zu einer Seifenauflösung kommen, so verbindet sich die entbundene fixe Luft nach und nach mit dem fixen Laugensalze der Seife, und zugleich steigt das frey gewordene Oel nach der Oberfläche auf.

5. Die rectificirenden brennenden Geister saugen fixe Luft ein, wenn man sie ihnen darbietet.

Macbride beweißt ferner, daß das flüchtige Laugensalz, welches während der Fäulniß der thierischen Stoffe entwickelt wird, bald in seiner natürlichen Beschaffenheit, d. i. mit aller seiner Luft versehen, bald aber völlig der Luft beraubt und in einem ätzenden Zustande ist; er hat z. B. durch umständliche Versuche gefunden, daß faules Blut, wie der Geist, welchen man aus demselben erhält, mit Säuren brausete, da hingegen ebenfalls faul gewordene Galle, wie auch die von faulendem Fleische ausfließende Flüssigkeit, nicht brauseten, welches auch von dem durch Destilliren aus ihnen gezogenen Geiste galt.

Aus allen seinen Versuchen schließt Macbride, daß die fixe Luft eine von der atmosphärischen Luft verschiedene elastische Flüssigkeit sey; daß erstere ohne Gefahr sowohl in die Gedärme, als auch in andere Theile der thierischen Oekonomie gebracht werden könne, ohne

daß

daß eine Unordnung daraus entstehe, dahingegen die atmosphärische Luft daselbst traurige Folgen bewirken würde; daß aus einer ganz entgegengesetzten Wirkung die Thiere nicht leben können, ohne unaufhörlich die Flüssigkeit, welche unsere Atmosphäre ausmacht, zu athmen, da im Gegentheil die fixe Luft sich sehr leicht, sowohl mit dem Kalke, als mit den Laugensalzen, verbinde, die atmosphärische Luft aber keinesweges, wenn auch die nämlichen Mittel angewendet werden. Endlich bemerkt Macbride noch, daß die fixe Luft in unserer Atmosphäre verbreitet angetroffen werde, weil der Kalk und die ätzenden Laugensalze ihre ätzende Eigenschaft an der Luft verlieren, und dagegen die, mit Säuren zu brausen, erhalten.

Brownrigg [k]) hat in einer Abhandlung Untersuchungen über das Spaawasser angestellt, worin er sich auf eine schon im Jahr 1741 der königl. Akademie zu London übergebene Schrift beruft, in welcher er erwiesen habe, daß die Kraft der Mineralwasser hauptsächlich nicht von den mit ihnen vereinigten erdigen und mineralischen Theilen, sondern vielmehr von einem feinen und elastischen Geiste herrühre, bey dessen Verfliegung die Mineralwasser matt würden und alle Kraft verlören. Dieser elastische Geist verrathe sich durch seine beträchtliche Säure und seinen stechenden Geschmack, sey aber von der Art, daß er noch von Niemandem aus den Wassern der Sauerbrunnen habe geschieden und genau untersucht werden können. Brownrigg

k) An experimental enquiry into the mineral elastic spirit, or air, contained in Spa Water; as will as into the mephitic qualities of thus spirit in Philos. Trans. Vol. LV. p. 218. sqq.

rigg erhielt nachher Gelegenheit, Versuche mit dem Spaawasser und besonders mit dem von Pouhon anzustellen, und wandte allen seinen Scharfsinn an, diese mit den Wassern gemischte Luft abzuscheiden. Seine ersten Bemühungen fielen fruchtlos aus, bis er zuletzt auf Handgriffe fiel, solche mit Hülfe des Feuers zu scheiden, da denn das Wasser, nachdem dieser Geist ausgetrieben war, allen scharfen Geschmack und Kraft verloren hatte, Säurebrechende Erde und Eisentheile von demselben geschieden waren, und bloße Salze im Wasser blieben. Da aus dem durch eine ledige Blase von aller Gemeinschaft mit der atmosphärischen Luft abgesonderten Pouhonwasser die Stickluft weder von selbst, noch durch die größte Wärme des dortigen Himmelsstriches abgesondert, sondern durch eine Hitze von 110° nach Fahrenh. nur sehr langsam, und durch eine Hitze von 160 bis 170° nicht gänzlich binnen 2 Stunden herausgetrieben ward, so schließt Brownrigg, daß sich solche wirklich in einer wahren genauen Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen befinde. Auch bleiben die säurebrechende und Eisenerde aufgelößt, so lange jene nicht abgesondert werde. Mit dem in einer Blase aufbewahrten elastischen Geiste selbst stellte Brownrigg auch verschiedene Versuche an, welche ihm seine schädliche Beschaffenheit völlig darthaten. Denn Thiere, welche in selbigen gebracht wurden, starben sogleich.

In der Folge lieferte Brownrigg eine Fortsetzung seiner Untersuchung [l]). Die Kälte sonderte die Luft ebenfalls beym Gefrieren aus dem Wasser ab, und

l) Philosoph. Transact. Vol. LXIV. for the year 1774. p. 375. sqq. übers. in Crells chemisch. Journ. Th. I. S. 178. f.

und das Eis lieferte durch Aufthauen ein weißes trübes Wasser, welches seine Erden fallen ließ, fast allen Geschmack verloren hatte, und durch ein zweytes Gefrieren alles völlig verlor. Da hiebey kein flüchtiger, saurer oder schweflichter Geist, noch irgend etwas anders, als die mephitische Luft, habe entdeckt werden können, so sey diese das Verbindungsmittel der Erde mit dem Wasser, durch welche sie wiederum ihre Flüchtigkeit und Elasticität verliere. Ihre Auflösungskraft bestärke die Wiederherstellung des Pouhonwassers durch Beymischung derselben, worüber sich Brownrigg auf die Herrn Cavendish und Lane beruft. Man könne die Verbindung derselben mit dem Eisen für ein metallisches Mittelsalz halten; auch habe die mephitische Luft alle Eigenschaften, welche sauren Salzen zugeschrieben werden. Sie werde vom Wasser aufgelößt, ertheile ihm einen scharfen säuerlichen Geschmack und bilde, in Verbindung mit metallischen und säurebrechenden Erden, verschiedene mittelsalzige Substanzen, die im Wasser aufgelößt werden, und demselben einen besondern Geschmack mittheilen. Man könne diese Luft also zugleich einen mineralischen, elastischen, salzartigen Geist nennen und ihn hinlänglich von andern salzartigen Geistern dadurch unterscheiden, daß er so dünn ausgedehnt sey.

Hiernächst beweißt Brownrigg die Aehnlichkeit solcher Verbindungen mit Mittelsalzen durch ihre Zerlegung vermöge des Feuers stärkerer Säuren und der Laugensalze, wo er auch seinen Geist als eine Säure betrachtet und eine Luftsäure nennt, und bey dem Fällen der Seifen durch Sauerbrunnen die doppelte Zerlegung und Verbindung anzeigt.

Brownrigg erklärt ferner aus der Flüchtigkeit des geistigen Wesens und der Zerlegung durch die gemeine Luft, daß man solche mittelsalzige Stoffe aus dem Pouhonwasser bisher nicht in einer festen Gestalt habe erhalten können. Die mephitische Luft habe zwar sehr viele Aehnlichkeit mit den sauren Geistern wegen ihrer Auflöslichkeit im Wasser, ihres Geschmacks, ihrer Vereinigung mit erdigten Stoffen und ähnlicher Trennbarkeit solcher Verbindungen, wie andere Mittelsalze, unterscheide sich aber von denselben durch ihre Ausdehnung und Elasticität, und daß sie den Veilchensaft und andere blaue Säfte nicht roth färbe.

Brownrigg überläßt es daher andern, zu entscheiden, ob und unter welchen Umständen dieser luftsalzartige Geist den Nahmen einer Säure verdiene. Er führt an, daß viele Chemiker, und besonders Boerhaave, Becher, Hoffmann, van Helmont, aus der Betrachtung verschiedener Wirkungen z. B. bey der Anfressung des Eisens u. d. gl. eine Luftsäure angenommen, aber, weil sie solche nicht in einer sichtbaren Gestalt erhalten konnten, verschiedene ihrer vorzüglichsten Eigenschaften nicht kennen gelernt haben, und meint endlich, daß man von der großen Feinheit derselben und ihren übrigen Eigenschaften auf ihre auflösende Kraft in den kleinsten Gefäßen des menschlichen Körpers, und ihre große fäulnißwidrige Eigenschaft schließen und daraus ihre außerordentliche Wirkung in sehr hartnäckigen Krankheiten herleiten könne.

De Machy entwarf schon im Jahr 1766 eine Abhandlung über einige der Luft zugeschriebene Eigenschaften, welche der königlichen Akademie der Wissenschaften vorgelesen, und nach dem Berichte der Herren

Nol-

Nollet und Macquer mit abgedruckt werden sollte. Allein dieß geschahe nicht. Er lieferte daher selbst einen Auszug derselben in Rozier's Journal m)). Sie enthält 35 Versuche mit Folgerungen, und ist gegen die Lehre von der fixen Luft gerichtet, wie solche von Hales und nachher von Black und Macbride vorgetragen war.

Bey der Wiederholung der Versuche des letztern fand de Machy sogleich, daß Kalkwasser von der Durchlassung desjenigen, das beym Brausen des zerflossenen Weinsteinsalzes mit Vitriolgeist weggieng, nur gegen die Oberfläche trübe und erst durch Schütteln durch und durch milchig ward, daher dieß nicht von eingesogener Luft herrühren könne, als welche sich gleichförmig mit demselben mischen müßte. Eben dieß erfolgte, da ein Tropfen verdünnten Laugensalz- und verdünnten Vitriolgeistes jeder zu 12 Tropfen Kalkwasser gegossen ward, daß also die Säure eben so wirkte, wie die fixe Luft wirken sollte. Mit Kalk bereiteter Salmiakgeist, welcher mit Säuren nicht brausete, gab, nach Art des ersten Versuchs bis zur Sättigung geschwängert, Krystalle und braußte nunmehr stark mit Säuren.

Da das Resultat der drey ersten Versuche Zweifel in ihm erregte, ob solches Brausen von beygetretener fixen Luft herrührte, so band er, anstatt der zweyten Flasche des Macbrid'schen Geräthes, eine leere Blase vor eine angebrachte 2 Fuß lange krumme Röh-

m) Precis d'un mémoire lu à l'Acad. roy. des scienc. de Paris par M. *de Machy* sur certaines modifications de l'air in Rozier journal de phys. T. III. Juin.

Röhre, welche am Boden durchstochen, und um eine Thermometerröhre gebunden war, nach deren Verschließung die Blase vom Brausen des zerflossenen Weinsteinsalzes mit Vitriolgeist ausgedehnt, diese Luft nach dem Boden hin gedrückt und abgebunden, dieser Band auch, nach abgenommener Blase, durch Einblasen in den leeren Theil dicht gefunden ward. Er ließ alles eine Viertelstunde liegen, damit die Dämpfe verdichtet werden möchten, und darauf die erhaltene Luft durch die nunmehr geöffnete Röhre in mit Kalk bereitetem Salmiakgeist gehen, welcher auch einige Luftblasen erregte; aber der Salmiakgeist braußte darnach nicht mit Säuren, woraus de Machy schließt, daß reine von Körpern entbundene Luft das Brausen nicht verursache.

Ferner bemerkt de Machy, daß unter der Glokke der Luftpumpe nach verrichteter Ausleerung, wobey das Quecksilber in einer angebrachten Röhre um 2 Zoll fiel, vom Brausen des zerflossenen Weinsteinsalzes mit Vitriolgeist das Quecksilber schnell um 1 Zoll 2½ Linien stieg und eine ganze Stunde stehen blieb, mit eingeschlossenem ätzenden Salmiakgeiste aber nicht brausend geworden war, der doch Luft habe anziehen müssen, welcher also diese Erscheinung nicht zugeschrieben werden dürfe; auch ward der Salmiakgeist nicht brausend, wenn die Luft aus einer Flasche durch einen haarröhrenartig gezogenen Heber hineingelassen ward, und also nach de Machy bloße Luft hineinkommen konnte; auch dann nicht, als ein durchgängig gleich weiter, aber auf- und niedergebogener Heber angewandt ward, dessen Krümmungen die Dämpfe zurückhielten, welche de Machy nachher beym Saugen aus demselben bemerkte.

Nach-

Nachdem de Machy seine Art, das Metall der Werkzeuge unter der Glocke durch eine untergebrachte Pappe gegen das Anfressen zu sichern, beschrieben hat, so versichert er, bey der Anwendung der Salz- und Salpetersäure, statt der vitriolischen, und der Kupfer- Eisen- und Spiesglanzspäne, oder auch beym Gebrauche anderer Metalle statt des Weinsteinsalzes, gleiche Resultate erhalten zu haben; allemal sey viele Luft bewirkt worden, aber der Salmiakgeist habe nicht die geringste Neigung zum Brausen bekommen, daß folglich zu solchem Erfolge im Macbrid'schen Geräthe eine andere Ursache, als die Luft, zu finden seyn müsse.

De Machy ließ daher Weinsteinsalz mit Vitriolöl in einer tubulirten Retorte mit einer Vorlage brausen, wählte aber darnach, damit das Sprützen und Steigen des Schaums in den Hals der Retorte keinen Irrthum verursachen möchte, einen Kolben und Helm aus einem Stücke, dessen enger Hals keine Tropfen, sondern nur unsichtbare mit der Luft fortgerissene Dämpfe in den Helm durchließ, da denn ein wenig in den Helm gekommenes zerflossenes Weinsteinsalz gleich anschoß, und nach vielen vergeblichen Bemühungen endlich ohne andere Wärme, als diejenige, welche durch die Mischung entstand, 12 Tropfen einer sehr klaren Flüssigkeit erhalten wurden, welche mit dem Vitriolgeiste nicht, wohl aber mit zerflossenem Weinsteinsalze braußten, wie denn auch ätzender Salmiakgeist, mit welchem die Vorlage ausgeschwenkt war, darnach mit Säuren stark braußte, und Kalkwasser bey einem wiederholten Versuche von solcher Flüssigkeit gleich trübe ward. Durch Sättigung der Salpeter- und Salzsäure und des destillirten Weines-

sigs mit zerflossenem Weinsteinsalze erhielt de Machy ebenfalls allemal nur wenig von solchen Dämpfen, aber dieß wenige zeigte, sowohl am Kalke, als am Salmiakgeiste, dieselben Erscheinungen.

Um zu erfahren, ob die durch Gährung entwickelte Luft eben so wirkende Dämpfe mit sich fortrisse, ließ de Machy in einer großen 4 Pinten fassenden Flasche, in deren Mündung ein Pfropf verklebt war, worin eine gebogene Röhre steckte, deren anderes Ende bald in einen großen Kolben, bald in eine kleine Phiole geleitet ward, nach einander Malzschrot mit warmem Wasser und Hefen, Johannisbeeren- und Traubensaft gähren; die Röhre sah nur so lange feucht aus, als die Gährung mit Aufwallen vor sich gieng. Die wenige Flüssigkeit, die erhalten ward, fällte das Kalkwasser ebenfalls, und ertheilte dem Salmiakgeiste das Vermögen, mit Säuren zu brausen; sie könne also mit den gedachten Dämpfen verglichen werden, und beweise offenbar, daß diese Wirkungen nicht von der reinen Luft herrühren. De Machy suchte auf eben diese Art Bier und Wein mit Kräutern aus der Classe der Gewächse mit kreuzförmigen Blumen im Sandbade zur Essiggährung zu bringen; die vom Weine erhaltenen verdichteten Dämpfe waren bloß wässerig und eine vorgebundene Blase ward wenig ausgedehnt, daß also bey der Essiggährung keine Luft entbunden wurde; aber das Bier war sehr bald faul geworden, da denn die durch die Verdichtung der Dämpfe erhaltene Flüssigkeit, wie die vom gefaulten Blute, Hammelfleische und Unrathe, mit fixen Laugensalzen braußte, den Kalk fällte, und den flüchtigen laugensalzigen Geist brausend machte.

Da

Da diese Dämpfe oft einen auffallenden Geruch verbreitet hatten, so versuchte de Machy sie auch zu schmecken und hielt zu dieser Absicht den Mund an das Ende der krummen Röhre; die Dämpfe vom Brausen der Vitriolsäure mit Laugensalz schmeckten ekelhaft, die der Salpetersäure stechend, wie schäumender Champagner, die der Salzsäure beynahe eben so, aber minder durchdringend, und des Essigs auch so, nur schwächer. Gährendes Bier gab erstickende Dämpfe, Johannisbeeren saure wie Essig, Wein stechende wie der Salpetergeist, Wein bey der Essiggährung keine merkliche Dämpfe, und die Dämpfe von faulenden Substanzen erregten Erbrechen. Einige von diesen Dämpfen z. B. vom Weine, Biere und den faulenden Stoffen, waren entzündlich. Dieß beweise, daß alle Dämpfe, wenn sie säuerlich wären, noch andere mit der Luft entwickelte Stoffe bey sich führen, wodurch sie verschieden ausfallen; eine nähere Prüfung sey dadurch unmöglich geworden, daß immer nur wenige Tropfen erhalten wären; überdem werde auch die Säure der Dämpfe durch die Anfressung der Oberfläche des Quecksilbers in der an der Glocke der Luftpumpe angebrachten Röhre bewiesen.

Recht faules schwärzliches und halb weiches Hammelfleisch erhielt durch die von den Dämpfen beym Brausen der drey Säuren mit fixen Laugensalzen, und den weinigten und faulen Gährungen erhaltene Flüssigkeit, wo sie es berührte, wieder eine Festigkeit und lebhafte Farbe. In allen obgedachten Fällen dürfe man also die Erscheinungen nicht der aus Körpern entwickelten und von andern kräftig angezogenen fixen Luft zuschreiben, sondern sie rühren bloß von den mit derselben aus den Körpern entwichenen Dämpfen

her, weil die von ihnen gereinigte Luft solche Erscheinungen nicht zeige, wohl aber die solcher Luft beraubten Dämpfe sie bewirken. Daß sie bey den Macbrid'schen Versuchen, besonders mit faulen Körpern, auffallender ausgefallen seyen, rühre von der größern Menge der Dämpfe und ihrer Absetzung unter einer beträchtlichen Ausdehnung her.

Weil nun solche Luft zur Veränderung der Beschaffenheit oder Eigenschaften der Körper, mit welchen sie sich so schnell verbinden soll, nicht beyzutragen scheine, so möge man wohl zweifeln, daß sie wirklich mit selbigen sich vereinige und von ihnen eingesogen werde. Wo man eine Einsaugung oder Verminderung der Luft anführe, glaube er bemerkt zu haben, daß solche zu Wasser geworden und nicht eingesogen sey. Er legte nämlich ein glühendes Stück Eisen auf einem drey Zoll hohen umgekehrten Schmelztiegel auf das angefeuchtete Leder des Tellers der Luftpumpe, schüttete 12 Gran Schwefelblumen darauf und deckte sogleich die Glocke darüber; das feuchte Leder gab zwar einige Dämpfe, welche aber nicht über das Eisen stiegen, als so hoch die Glocke beschlug; der Schwefel brannte, die Glocke ward an das Leder fest gesogen; aber so lange der Schwefel brannte, floß Wasser vom obern Theile der Glocke herunter und gab deutliche Tropfen, welche auf das Leder fielen. Nach der Erkaltung blieb die Glocke so fest angesogen, als wenn ein Zug mit dem Stempel geschehen wäre.

Um allen Verdacht der Feuchtigkeit zu verhüten, legte de Machy bey der Wiederholung des Versuchs einen $\frac{1}{2}$ Zoll dicken und 1 Zoll breiten Ring von weichem Wachse unter die Glocke; diese ward bald ange-

angesogen, die Dämpfe waren eben so häufig, Wasser floß von allen Seiten nieder und die vorher gewogene Glocke wog nachher 15 Gran mehr, als vorher, obgleich einige Tropfen saures Wasser auf den Teller gefallen waren. De Machy folgert aus diesem Versuche, daß wenigstens 5 Gran Wasser hervorgebracht seyen. Diese müßten nun entweder in der unter der Glocke eingeschloßnen Luft befindlich gewesen, oder durch die Einsaugung solcher Luft entstanden seyn; nun glaube man zwar, daß Wasser in der Luft befindlich sey, allein dieß betrage wenig, weil z. B. eine Unze Weinsteinsalz erst in 12 bis 14 Tagen Wasser genug zum Zerfließen anziehe, und vergleiche man hiermit die bekannte Erfahrung, daß man in wenigen Stunden viel Wasser aus der Atmosphäre um Gefäße, welche mit Eis gefüllt oder sehr abgekühlt wären, sammlen könne, so müsse man zugeben, daß gedachter Zuwachs nicht von dem in der Atmosphäre enthaltenen Wasser, sondern von der Luft geliefert werde. Nun nähme aber eine Quantität Luft, welche 5 Gran wöge, einen 800mal größern Raum ein, als 5 Gran Wasser, und die Abwesenheit eines solchen Umfanges sey mehr als zureichend, die angeführte Leere zu bewirken; überdem sey auch eine solche Abwesenheit aus dem Zischen beym Abnehmen der Glocke von dem grünen Wachse merklich genug abzunehmen gewesen. Man sehe also auf der einen Seite Luft verschwinden, und auf der andern mehr Wasser entstehen, als man im Schwefel vermuthen könnte; es scheine, daß man es in seiner Gewalt habe, diese Wasserbewirkung in freyer Luft durch Veränderung der Körper, welche dazu tauglich wären, oder durch Verstärkung ihrer Kraft, nach Belieben abzuändern. Ob man nun noch, frägt er, Bedenken tragen könne, zu glauben, daß die angeb-

gebliche Einsaugung der Luft nichts anders, als eine Verwandlung derselben in Wasser sey?

De Machy wiederholte den Versuch, nur mit Anbringung der Röhre mit Quecksilber und schnellem Auspumpen, um solches um Eine Linie zum Fallen zu bringen, indem nach dieser Theorie weniger Wasser sich zeigen und das Quecksilber weniger fallen, dieß aber sich merklicher und schneller wahrnehmen lassen müsse, wenn der Erfolg von dem in der Luft enthaltenen Wasser herrührte. Der Schwefel brannte langsamer, seine Dämpfe schwebten herum, das Quecksilber fiel nicht, und kaum waren einige einzelne Tropfen zu sehen.

Da nach Hales nichts mehr die Luft stärker einzusaugen im Stande seyn sollte, als eine Mischung von Salmiak und Vitriol, so stellte de Machy auch diese unter seiner aufs Leder gestellten Glocke an; sie ward heftig angezogen, die Dämpfe waren häufig und überall in der Glocke zu sehen, fraßen die metallenen Stücke an und flossen an allen Seiten nieder.

Bey der Zerlegung des Salmiaks durch Kalk und fixes Laugensalz ward die Glocke ebenfalls angezogen und eine Menge wässeriger Dämpfe wahrgenommen.

Als 2 Quent. Salmiak mit 1 Quent. Vitriolöl unter der Glocke gemischt wurden, nachdem das Quecksilber zu einem Fallen von 2 Zoll gebracht war, stieg es sogleich um einen Zoll und 4 Linien, fiel aber beynahe in einem Augenblicke wieder und blieb ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Linien über gedachte 2 Zoll stehen; wobey de Machy bemerkt, daß die hervorgebrachte Luft, weil sie ganz feucht gewesen wäre, viel schneller zu Wasser geworden, und nur ein sehr kleiner Antheil Luft geblieben

ben sey, indem die Dämpfe besonders stark in der Glocke niedergeflossen seyen; der nämliche Versuch habe mit Kochsalz angestellt gleiche Erscheinungen gezeigt.

Als Salpeter statt des Salmiaks zerlegt ward, schwankte das Quecksilber gelinde in der Röhre, und blieb Eine Linie über die 2 Zoll stehen, wohin de Machy es hatte fallen lassen.

Wie 3 Quent. Salpetersäure in dem nämlichen Geräthe unter gleichen Umständen auf 1 Quent. Eisenfeilspäne gegossen wurden, stieg das Quecksilber stark in der Röhre, fiel darnach 3 Linien unter die 2 Zoll, und hielt sich daselbst über eine Stunde, als so lange de Machy die Vorrichtung bey jedem Versuche stehen ließ.

Man sehe also, sagt de Machy, daß die sogenannte Einsaugung, welche in allen diesen Fällen von der Gegenwart eines Ueberschusses von Feuchtigkeit begleitet werde, nicht statt finde, wenn weniger Luft da sey, wie der Stand des Quecksilbers in der Röhre lehre, und dann auch außerdem bey verschiedenen Körpern kein merkliches Wasser erscheine.

In Ansehung der Luft, welche sich allmählig mit gewissen Flüssigkeiten verbinde, beweisen Mariotte's, Mußchenbroek's und Nollet's genauere Versuche, daß solches sehr langsam vor sich gehe, sehr wenige aufgenommen und nicht eigentlich mit ihnen verbunden werde, weil man sie leichter und schneller davon wieder trennen könne, als sie eingegangen sey; inzwischen hat doch de Machy versuchen wollen, was für einen Unterschied sehr starkes Vitriolöl und sehr trockenes Weinsteinsalz an freyer Luft unter einer geräumigen Glocke und im luftleeren Raume zeigten.

Er

Er stellte also 3 Gläser, jedes mit einem Quent. Vitriolöl und auswendig geklebtem Papiere zur Bezeichnung, wie hoch es stand, eines auf ein Bret in seinem Zimmer, das zweyte auf ein anderes Bret, über welches eine Glocke, die eine Pinte faßte, gedeckt ward, und das dritte unter die Glocke der Luftpumpe, welche so weit ausgeleert ward, daß das Quecksilber um eine Linie fiel; nach drey Tagen hatte es im ersten 2 Linien, im zweyten etwas weniger als eine halbe Linie hoch, und in dem dritten in sechs Tagen gar kein Wasser angezogen. Ein Quent. Weinsteinsalz ward unter gleichen Umständen in drey Tagen an freyer Luft feucht, unter der Glocke nur teigicht, und sahe im luftleeren Raume sogar in 8 Tagen kaum ein wenig verändert und schwammig auf der Oberfläche aus.

De Machy glaubte daher bewiesen zu haben, daß man in allen den Fällen, wo man der fixen Luft, welche aus Körpern entbunden und von andern angezogen werde, die an letztern bemerkten Erscheinungen zuschreibe, die Luft mit den zugleich ausdünstenden sauren Dämpfen verwechselt habe, und letztere allein die gedachten Erscheinungen hervorbringen, da im Gegentheil die Luft nicht einmal in solche Körper eingehe. Das Daseyn solcher Dämpfe sey Hrn. Hales nicht entgangen, und er eigne ihnen ohne Bedenken die bösen Eigenschaften seiner künstlichen Luft zu; de Machy glaubt, einige entscheidende Versuche über ihre Beschaffenheit hinzugefügt und bewiesen zu haben, daß die vorgegebene Einsaugung der Luft dieser zur Bindung derselben in den Körpern nothwendig erforderliche Erfolg, in vielen Fällen nichts anders, als eine Verwandlung derselben in Wasser sey, wozu er noch einen überzeugenden Beweis hinzufügen wolle,

daß

daß alle die ungeheure Menge Luft, die man aus den Körpern erhalte, von dem in ihnen enthaltenen Wasser herrühre.

Die ersten Einwürfe, welche dem de Machy beym Lesen des Haleeschen Werkes einfielen, betrafen nicht die erstaunliche Menge bewirkter Luft, sondern die Vorrichtungen des Hales, an welchen er einige Mängel bemerkte, die der Genauigkeit der Rechnung zur Schätzung aller dieser Luft entgegen seyn mußten, indem, wenn in der einen andere Produkte der Destillation, als die Luft, sich mit dem Wasser verbänden, nothwendig eine falsche Rechnung entstehen, und in der zweyten zur Reinigung der Luft von allen fremdartigen Theilen ein Theil derselben, da sie so zertheilt aus den Körpern trete, in solchem Wasser zurückbleiben müßte. De Machy lernte die von Rouelle dazu gebrauchte Vorrichtung erst aus der Uebersetzung der Henkelschen Schriften seiner flora saturnizans kennen, woselbst diese Vorrichtung kurz beschrieben und ihre Vorzüge vor der Halesschen aufgestellt sind, und glaubte zu einer genauern Berechnung zu gelangen, wenn anstatt des Wassers die schwerste Flüssigkeit, welche am geringsten verdunstet und zugleich am beweglichsten ist, genommen würde.

Er versuchte also eine verschiedentlich gekrümmte Barometerröhre mit dem Heber einer zinnenen Vorlage so zu verbinden, daß die bey der Destillation der in einer Retorte enthaltenen Stoffe sich entwickelnde Luft das in einem krummen Theile der Röhre befindliche Quecksilber hinaustreiben sollte; allein sie schlich zwischen dem Quecksilber und der Röhre durch und trieb ersteres zurück. Nach einer Abänderung der Krümmungen gelang es besser; allein das Quecksilber blieb

blieb voll unzähliger Luftblasen. De Machy brachte daher den Heber der Vorlage vermöge einer eingekitteten gekrümmten Röhre mit der Glocke einer Luftpumpe in Verbindung, an welcher ein Barometer angebracht war, und leerte die Glocke so weit aus, daß das Quecksilber um 3 Zoll fiel, da denn die aus der Retorte kommende Luft sich in der Glocke verbreiten und das Quecksilber zum Steigen bringen mußte, aus dessen Höhe sich die Menge der Luft berechnen ließ; allein die Versuche gaben bey dreymaliger Wiederholung, auch in Hales Vorrichtung, nie gleiche Resultate, welches ihm von der verschiedenen Wirksamkeit des Feuers, dem verschiedenen Verhältnisse der natürlichen Theile der nämlichen Körper und der Verschiedenheit der daraus erwachsenden Produkte herzurühren schien; daher er die Bewirkung einer ungeheuren Menge Luft bey der Destillirung gewisser Körper zwar für erwiesen hielt, aber alle Hoffnung aufgab, stets gleiche und gewisse Resultate zu erhalten.

Da sich de Machy nicht überreden konnte, daß Luft aufhören könne, elastisch zu seyn, ohne daß sie auch aufhöre, Luft zu seyn, weil die Elasticität ihr unterscheidendes Merkmal wäre, und Hales selbst bemerkt habe, daß die Luft, wenigstens der größte Theil derselben nicht eher zum Vorschein kam, als in dem Augenblicke, da die letzten wirklichen Produkte des Feuers, das flüchtige Laugensalz und das brenzliche Oel, übergiengen, so schloß er, daß die Luft, wie das flüchtige Laugensalz, zuvor nicht in den Körpern befindlich sey. Da ferner Boyle die Frage, ob die Luft ein ursprüngliches Wesen wäre, oder aus Wasser hervorgebracht werden könne, nicht hatte entscheiden wollen, jedoch der letzten Meynung günstiger

stiger gewesen war, so suchte er selbige näher zu bestätigen.

Er setzte voraus, daß eine vor eine Windkugel gebundene Blase bey der Austreibung der Dämpfe ausgedehnt werde, und dann wirklich Luft enthalte; hiebey habe Boyle nur den Zweifel geäußert, daß sie von der Ausdehnung der in der Windkugel selbst befindlichen Luft herrühre, weil er eine sehr große gebraucht habe. Daher wählte de Machy eine Windkugel, welche $2\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hielt, auf deren Hals, der im Durchmesser 2 Linien hatte, zwey Aufsätze, einer mit einem $\frac{1}{2}$ Linien weiten, der andere mit einem kaum merklichen Loche, aufgeschroben werden konnten; ferner wählte er eine Phiole mit einem Stöpsel im Bauche und einem 1 Fuß 1 Zoll hohen und $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Halse, welche 4 Pinten faßte und inwendig mit heißem Sande gut ausgetrocknet war, und 1 Pfund 2 Unzen und 4 Quent. wog; vor die Mündung band er eine weiche recht trockene Blase, steckte in die Oeffnung einen Kork, durch welchen der erste Aufsatz der Windkugel um einige Linien hineingieng, ließ dann Wasser eine halbe Stunde kochen, um es von der Luft zu reinigen, und kalt werden, goß $3\frac{1}{2}$ Quent. davon in seine Windkugel, schrob sie an den Aufsatz, verklebte alle Fugen mit Blasen und fettem Kitte, und stellte eine brennende Lampe mit einem Dachte unter die Windkugel; das Wasser fieng bald zu sieden an, stieß einen Strom von Dämpfen aus, wovon die Phiole beschlug. Die Blase ward ausgespannt, in welche sodann mit einer Nadel ein Loch gestochen ward, durch welches die Luft allein fortgieng, indem der Hals und die Phiole trocken blieben, da im Gegentheil die Dämpfe in der Phiole verdichtet

und zu Wasser wurden; in einer Viertelstunde war alles aus der Windkugel verdampft. Nach dem Erkalten ward die Phiole gewogen, welche nunmehr von dem Wasser um 3½ Quent. weniger den zu Luft gewordenen Antheil mehr wiegen sollte, und sie zeigte einen Abgang von 15 Gran, also so viel Luft, als 3½ Quentchen des vorher durch anhaltendes Kochen von Luft beraubten Wassers gaben.

Er wiederholte diesen Versuch auf eben die Art, nur daß der Aussatz mit dem unmerklichen Loche gebraucht ward; der Erfolg war derselbe, nur wurden zur Ausleerung der Windkugel über ¾ Stunden erfordert, dadurch die Hitze verstärkt, der Dampf mehr zurückgehalten und zum heftigern Verfliegen bestimmt. Der Abgang betrug noch einmal so viel, nämlich 30 Gran, oder ein Achttheil; so viel Luft konnte in dem Wasser nicht, wie vorher, vermuthet werden.

Als unter gleichen Umständen drey brennende Dachte unter die Windkugel gestellt wurden, ward das Zischen viel beträchtlicher und bis 46 Gran Luft erhalten.

Ein lebhaftes durch einen Blasebalg verstärktes Kohlenfeuer gab beynahe ein Quent. Luft, also ohngefähr $\frac{2}{7}$ des in die Windkugel gegossenen Wassers.

Als sich de Machy einmal einer Phiole mit einem kleinern Bauche bediente, betrug die Luft nicht so viel, und der Dampfstrom ward besonders an den Wänden stark zu Wasser verdichtet, da man hingegen in einem größern Raume, wo er sich ausbreitete und seine kegelförmige Gestalt verlor, die kleinen wässerigen Tropfen an ihrem Glanze und ihrer kugelförmigen Gestalt deutlich von dem nach oben heller werdenden Gewöl-

Gewölke, so Luft war oder ward, unterscheiden konnte.

Er folgerte nunmehr, daß, wenn das durch die Hitze verjagte Wasser, nachdem es zu Dämpfen geworden wäre, mehr Luft lieferte, als man in demselben vermuthen konnte, und desto mehr lieferte, je stärker die Hitze wäre und je stärkern Widerstand die Dämpfe beym Fortgehen fänden, es mehr Luft liefern müßte, wenn man es so versetzte, daß eine stärkere Hitze erfordert würde, um es in Dämpfe zu verwandeln. Er nahm also weiß gebranntes und wiederholt ausgesüßtes Hirschhorn und gepulverte Kapellen, that von jedem 2 Quent. in eine kleine Retorte mit einer Vorlage, um sich zu überzeugen, daß sie keine Luft mehr durch Destilliren gaben, sättigte je 3½ Quent. abgekochtes Wasser mit hinlänglichem Hirschhorne und Kapellenerde zu einem beynahe festen Teige, legte ihn 24 Stunden zum Trocknen hin, da der eine einen Skrupel und der andere ein halb Quent. Wasser verlor, that beyde in zwey kleine gläserne Retorten, zog deren Hälse vor der Emaillirlampe zu Haarröhren aus, steckte solche anstatt der Windkugel in die Stöpselöffnung der Vorlage und erhitzte sie mit 3 Dochten, da denn das in der Kapellenerde enthaltene Wasser 1 Quent. und 2 Skrupel, das im Hirschhorn befindliche aber noch mehr wog, zugleich aber auch einiger weniger flüchtiger laugensalziger Geist übergieng, wobey de Machy meldet, daß derjenige Zeitpunkt der günstigste zur Erzeugung der Luft sey, in welchem die neuen Verbindungen der Körper entstehen, besonders wenn die Berührungsstellen vervielfältigt, die zur Verbindung dienende Bewegung stark und die Hitze merklicher sey.

Nachdem nämlich de Machy gesehen hatte, daß ½ Quent. seines Vitriolöls beynahe 4 Quent. zerflossenes Weinsteinsalz zu seiner Sättigung erforderte, goß er letzteres zu erstern unter der Glocke einer Luftpumpe, als sie so weit ausgeleert war, daß das Quecksilber in dem angebrachten Barometer um 20 Linien fiel: das Quecksilber stieg 12 Linien und das in das Vitriolöl gestellte Thermometer einen guten Zoll. Bey wiederholten Versuchen stieg das Quecksilber, als das halbe Quent. Vitriolöl mit eben so vielem Wasser verdünnt war, nur 11 Linien, als es mit ⅞ Wasser versetzt war, nur 8 Linien, und als es in 20 Theile Wasser vertheilt war, nur 3 Linien, und das Thermometer zeigte auch allemal eine desto geringere Wärme, je mehr die Säure verdünnt war. Als de Machy ½ Quent. Vitriolöl zu einem Quent. recht trockenes Weinsteinsalz goß, nachdem die Ausleerung so stark bewirkt war, daß das Quecksilber 3 Zoll fiel, so entstand ein sehr starkes Zischen, das Quecksilber stieg 2 Zoll, und es war ihm angenehm, eine so kleine Menge genommen zu haben, indem er der Geräumigkeit der Glocke ungeachtet mit Grunde eine Zersprengung derselben befürchtete.

Er wiederholte den Versuch mit Salpeter- und Salzsäure von verschiedener Stärke, und erhielt allezeit mehr Luft, wenn sie stark, und sehr wenige, wenn sie äußerst verdünnt war.

Je weniger Feuchtigkeit also, fährt er fort, in den Körpern befindlich sey, desto größern Widerstand werde sie beym Entweichen finden, desto stärkere Hitze werde bey der Mischung entstehen und desto mehr Luft werde von den nämlichen Gemengen erhalten werden; indessen haben die angeführten Mischungen doch, sol-

cher

cher Verschiedenheit ungeachtet, beständig das Salz geliefert, so sie liefern sollten, daß folglich die Luft, welche man aus den Körpern erhalte, kein Bestandtheil derselben sey, weil ihr verschiedenes Verhältniß sonst eine Verschiedenheit ihrer Gestalt, oder ihres Geschmacks, verursachen müßte. Ein größerer Kolben müsse auch zur Bewirkung mehrerer Luft beytragen, daß er also bey allen vorhergehenden Versuchen, wo die Luft in dem mit einem Stöpsel versehenen Kolben aufgefangen ward, nicht alle Luft erhalten habe, welche hätte erzeugt werden können; er habe nämlich einmal Gelegenheit gehabt, seine Windkugel in ein Loch, im Bauche eines großen Kolbens von 25 bis 30 Pinten, zu leiten, und glaube wahrgenommen zu haben, daß weniger Wasser niedergeflossen sey; indessen wolle er diese Wahrnehmungen, da er den Kolben nicht gewogen habe, nur anführen, um eine andere Art, diese Erzeugung der Luft merklicher zu machen, anzuzeigen. Man werde nun ohne Zweifel verlangen, daß er auch andere verdunstende Flüssigkeiten, z. B. Weine, Branntwein, Weingeist, Oele, Säuren u. s. statt des Wassers, in der Windkugel versuchen würde, allein er habe geglaubt, daß das vorhergehende schon zureichend sey, die Hervorbringung der Luft durchs Wasser einleuchtend zu beweisen.

Bey dieser Gelegenheit bemerkt de Machy wider diejenigen, welche den mit dem Schäumen verloren gehenden säuerlichen Geschmack der Mineralwasser der überflüssigen Luft zuschreiben, daß ja alle Mineralwasser Säuren und andere aufgelößte Stoffe bey sich führten, und diese desto entfernter von einander gehalten würden, je stiller die Auflösung vor sich gegangen sey, wie solches z. B. die Auflösung des vitrio-

lisirten Weinsteins und Weinsteinrahms in der Salpetersäure, die Mutterlaugen von der Abdampfung mittelsälziger Flüssigkeiten, der merklich saure Dampf von der siedenden Auflösung des vitriolisirten Weinsteins und anderer Mittelsalze erwiesen; wenn man überdem erwäge, daß in dem Augenblicke der Mischung der Körper 1. neue Luft, und 2. ein feiner durchdringender und ekelhafter Dampf hervorgebracht werden, so werde man einsehen, daß das Blasenwerfen dieser Wasser von der erfolgenden vollkommenen Verbindung der Säure mit den mineralischen Stoffen und ihr stechender Geschmack von dem alsdenn entbundenen Dampfe herrühre, und die vergebliche überflüssige Luft nicht zuvor da gewesen sey, sondern durch die Verbindung erzeugt werde. Er habe 2 Unzen gereinigtes Wasser von Passy genommen, welches fast kein Eisen mehr enthalte und nicht säuerlich sey, und in eine Flasche nebst 2 Quent. zerflossenes Weinsteinsalz mit hinreichendem Vitriolgeiste gethan, da es dann trübe geworden sey und sogleich einen säuerlichen Geschmack erhalten habe, welchen man den vorhergehenden Versuchen zu Folge hoffentlich keiner überflüssigen oder entbundenen Luft zuschreiben werde.

Die angeführte Erhitzung bey den Mischungen, aus welchen neue Körper hervorkommen, und welche man bis zum Brennen verstärken oder auch unmerklich machen könne, verbunden mit der außerordentlichen und ebenfalls veränderlichen Luftbewirkung, sey das Merkmal wahrer Auflösungen, welche durch die Erscheinungen allemal von der Wirkung des Wassers oder eines Leitmittels unterschieden wären, als wobey beständig eine Kälte entstehe, die Körper nicht zerlegt werden und die wenige entbundene Luft offen-

offenbar in den Zwischenräumen des Körpers zugegen gewesen sey und durch das Leitmittel in dem Augenblicke, da es solchen durchdringe, verjagt werde. Als 3 Quent. Wasser im luftleeren Raume auf ½ Quent. Salmiak gegossen wurden, stieg das Quecksilber die ganze Zeit der Auflösung hindurch kaum 1 Linie; beynahe eben so sey es mit dem Zucker, Kochsalz und Salpeter gegangen; kurz je fester und dichter die Salze gewesen seyen, desto weniger Luft sey entbunden worden, und diese habe das Quecksilber nie über Eine Linie zum Steigen gebracht.

Hiernächst wendet sich de Machy zur Anwendung dieser Thatsachen auf die beym Destilliren und Gähren bewirkte Luft. Beym Destilliren verjage die erste Stufe der Hitze das überflüssige Wasser der Körper und es bleibe nur der Antheil zurück, welcher schwerer zu verjagen sey, nicht, weil er ein verschiedenes Wasser sey, sondern weil er wegen der Trockenheit der übrigen Theile stärker zurückgehalten werde und mit den natürlichen Theilen dieser Körper in genauerer Verbindung stehe. Bey zunehmender Hitze werden diese Theile zu Dämpfen, verbinden sich in diesem Zustande von neuem, und bey der Bewegung dieser Verbindung werde die Feuchtigkeit noch mehr von ihnen losgerissen; daher die Luft.

Solches zu beweisen, habe er alle Gallerte aus einer Unze geraspelten Elfenbeins gezogen, und diese Gallerte und den rückständigen festen Theil nebst einer andern Unze Elfenbein, jede besonders, destillirt; letztere habe eine ungeheure Menge Luft gegeben, die Gallerte sehr wenig, und der rückständige feste Theil mehr wie die Gallerte, doch beyde zusammen nicht so viel wie jene Unze, weil im erstern Falle die zu

Dämpfen gewordenen natürlichen Theile des Elfenbeins gegengewirkt und viel flüchtiges Laugensalz, das Produkt ihrer Verbindung, gegeben, im zweyten die Gallerte nur einen Theil der zur Hervorbringung des flüchtigen Laugensalzes, mithin der Luft, erforderlichen Stoffe geliefert, und im dritten der feste Theil, welcher vielleicht nicht so sehr der Gallerte als diese des festen Stoffes hat beraubt werden können, mehr flüchtiges Laugensalz, als ein neues Produkt in größerer Menge gegeben habe, folglich die Luft auch hier mehr wie im zweyten, aber viel weniger als im ersten Falle betragen habe. Die Hervorbringung der Luft beym Destilliren entspreche also in Ansehung ihrer Menge allezeit der Menge der neuen Produkte der Zerlegung in einem gewissen Verhältnisse und begleite sie so, daß sie sich nur mit ihnen und in dem Augenblicke ihrer Erzeugung offenbare.

Nun sehe man leicht ein, daß bey der weinigten und faulen Gährung eine neue Verbindung der Bestandtheile der gährenden Körper erfolge, und die Luft sowohl in Ansehung des Zeitpunkts, als der Menge und Dauer, nach Verhältniß der Beschaffenheit und Stärke dieser Gährungen zum Vorschein komme. Nicht allein diese Luft werde alsdann hervorgebracht, sondern sie führe auch merkliche Antheile eines sehr feinen Stoffs mit sich fort, welche den Körpern, von welchen sie entweiche, gehören. Boyle's Untersuchungen über den Ursprung dieser Luft seyen also sehr richtig gewesen. Er habe die Entwickelung und Wirksamkeit der sauren Dämpfe überall, wo man sie für Luft gehalten habe, möglichst einleuchtend bewiesen, und zugleich wahrzunehmen geglaubt, daß die Luft, anstatt von gewissen Körpern eingesogen, angezogen

gen und mit ihnen verbunden zu werden, zu Wasser werde; überdem habe er auch Boyle's Zweifel über die Entstehung der Luft möglichst auszuführen gesucht, um ihn zu bestätigen und eine unveränderliche Wahrheit daraus zu machen.

Endlich zieht de Machy aus seinen Wahrnehmungen folgende Behauptungen:

1. Die Luft, welche man durchs Brausen entstehen lasse und von den Körpern zu entbinden glaube, sey nicht die Ursache, ja nicht einmal das wesentliche Leitmittel der Ursache und der Erscheinungen, welche man ihr zuschreibe.

2. Wenn man diese Luft von gewissen Körpern z. B. der Schwefelsäure u. a. m. einsaugen zu lassen und an sie zu binden glaube, so verwandle man sie offenbar in Wasser, und sie werde höchstens als Wasser, nicht aber als Luft, ein Theil solcher Körper.

3. Endlich sey die Luft, anstatt ein unzerstörbarer Uranfang zu seyn, vielmehr ein Stoff, welcher sich zusammensetzen lasse, weil man einen großen Antheil eines gegebenen Wassers mit Hülfe einer gewaltsamen Hitze in Luft verwandeln könne.

Nicht lange nach der Herausgabe der Abhandlung des Herrn Macbride theilte Hr. Cavendish der königlichen Societät zu London einige neue Versuche mit, welche ebenfalls auf die Bekräftigung der Lehre des Herrn Black abzielten. Cavendish [n]) zeigt, daß die Menge der im fixen Laugensalze, wenn solches so

n) Philos. Transact. Vol. LVI. p. 141. sqq. übers. im neuen Hamburg. Magazin. B. XII. S. 387. f.

so stark als möglich mit derselben gesättigt ist, enthaltenen fixen Luft $\frac{5}{12}$ seines Gewichts, und im flüchtigen Laugensalze $\frac{7}{12}$ betrage; daß diese große Menge Luft das bey der Fällung der in Salpetersäure aufgelößten Kalkerde durch ein so mit Luft geschwängertes Laugensalz entstehende gelinde Brausen verursache, und daß alsdenn, wenn das Niederschlagungsmittel mehr Luft liefere, als der Niederschlag einsaugen könne, ein Theil nothwendig frey bleibe, welcher seine Elasticität wieder erhalte und das Brausen verursache.

Cavendish zeigt ferner, daß das Wasser ein größeres Maaß Luft, als es selbst beträgt, einsaugen und auflösen könne; daß diese Menge desto mehr betrage, je kühler das Wasser sey und je stärker es von einer schweren Atmosphäre gedruckt werde; daß das auf solche Art mit fixer Luft geschwängerte Wasser säuerlich, geistig und nicht unangenehm schmecke; endlich, daß es die Eigenschaft, die Kalk- und Bittersalzerde aufzulösen, besitze. Dieser Eigenschaft des mit fixer Luft geschwängerten Wassers zu Folge geschieht es, daß, wenn man nach der Fällung des Kalks aus dem Kalkwasser durch fixe Luft frische fixe Luft hinzuzuthun fortfährt, das Wasser die Kraft erhält, einen Theil der niedergeschlagenen Erde wieder aufzulösen.

Das mit fixer Luft geschwängerte Wasser besitzt ferner die Eigenschaft, fast alle Metalle und besonders das Eisen und den Zink aufzulösen.

Diese Umstände scheinen auf die natürlichste Weise zu erklären, wie das reinste destillirte Wasser das Eisen angreife und auflöse, als welches aus den Wahrnehmungen des Hrn. Monnet folgt, und warum diese Verbindung leichter mit kaltem, als mit heißem Wasser vor sich geht. Das Wasser greift nämlich das Eisen

Eisen nur nach Verhältniß der in ihm enthaltenen fixen Luft an; nun enthält es von derselben aber desto weniger, je heißer es ist. Aus eben dieser Ursache kann man aus den meisten eisenhaltigen Mineralwassern auch kein Stäubchen Vitriol erhalten.

Ferner hat Cavendish gelehrt, daß die fixe Luft sich mit dem Weingeiste und den ausgepreßten Oelen vereinigen lasse, daß diese Stoffe aber dadurch keine neue Eigenschaften erlangen; daß der Dampf glühender Kohlen in dem Umfange der Luft eine merkliche Verminderung verursache, daß bey dieser Verrichtung zugleich viele fixe Luft erzeugt ward, und solche von der ätzenden Seifensiederlauge eingesogen werden konnte. Endlich hat Cavendish zuerst bemerkt, daß die Auflösung des Kupfers im Salzgeiste, anstatt wie die Auflösung des Eisens und Zinks eine entzündliche Luft zu geben, eine besondere Art Luft lieferte, welche ihre Elasticität verlor, sobald sie Wasser berührte.

Der Lehre von der fixen Luft, welche in England so eifrig vertheidigt wurde, stellte Friedrich Meyer, Apotheker zu Osnabrück, eine sehr ausführliche Abhandlung unter der Aufschrift: Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalks. Hannov. 1764. 8. und 1770. 8., entgegen. Meyer untersucht zuförderst die Beschaffenheit der Kalksteine, Spathe und der zum Kalkbrennen geschickten Substanzen; er bemerkt, daß diese Substanzen selten rein, sondern gemeiniglich mit Sand und fremden Stoffen gemischt sind, aber derjenige Theil, welcher eigentlich zum Kalkwerden geschickt ist, nichts anders als ein erdiges Laugensalz sey, welches im Wasser unauflößlich, einer Verbindung mit den Säuren fähig sey, und von ihnen mit

mit Brausen aufgelößt werde. Ferner bemerkt er, daß die nämlichen Substanzen, wenn sie der Gewalt des Feuers eine hinlängliche Zeit ausgesetzt worden sind, eine große Menge Wasser fahren lassen und hernach die Eigenschaft, ganz im Wasser auflößlich zu seyn und mit den Säuren nicht mehr zu brausen, zeigen. Aus diesen Eigenschaften schließt Meyer, daß der Kalk im Feuer durch eine besondere Säure neutralisirt worden sey, deren Vermittelung er seine Auflößlichkeit im Wasser zu danken habe, und deren Vereinigung ihm die Eigenschaft zu brausen benehme. Diese Lehre zu bekräftigen, gießt er flüssiges fixes Laugensalz Tropfenweise hinzu, sogleich wird das Kalkwasser trübe, und der Kalk fällt unter der Gestalt einer Kalkerde, wie vor der Verkalkung, im Wasser unauflößlich nieder, da hingegen das Laugensalz nunmehr die ätzende Kraft des Kalks und einen Theil seiner übrigen Eigenschaften erhalten hat, woraus Meyer schließt, daß die Säure, welche sich mit dem Kalk vereinigt hatte und ihn auflößlich machte, eine nähere Verwandtschaft zum fixen Laugensalze als zum Kalke habe, daher den letztern verlasse, und sich mit dem fixen Laugensalze vereinige. Das nämliche geschieht, wenn man Kalkwasser durch ein flüchtiges Laugensalz niederschlägt, oder das flüchtige Laugensalz aus dem Salmiake durch Kalk entbindet; in allen diesen Fällen sättige die Säure des Kalks das Salz zum Mittelsalze, mache es ätzend, unfähig anzuschießen, und benehme ihm die Eigenschaft, mit den Säuren zu brausen. Den sauren Stoff, welchen der Kalk auf solche Art annimmt, nennt Meyer fette Säure (acidum pingue); er behauptet, er sey ein dem Stoffe des Feuers und des Lichtes sehr nahe kommender Stoff; durch den Zwischentritt dieser Säure vereinige sich der Kalk mit den

Oelen,

Oelen, löse den Schwefel auf u. s. w. Endlich behauptet Meyer, daß die fette Säure in großer Menge in die Zusammensetzung der Thiere und Gewächse eingehe; daß sie das sey, was von der glühenden Kohle und dem brennenden Holze weggeht, u. s. f.

Meyer verfolgt die Verbindung dieses Stoffs in einer großen Zahl von Körpern; er behauptet, daß er in Metallkalken, der Mennige, befindlich sey, und daß man ihn aus selbigen in die Laugensalze, sie mögen fix oder flüchtig seyn, versetzen könne, welche dadurch eine ätzende Beschaffenheit erhalten. Durch diese Lehre von der fetten Säure erklärt er sehr glücklich die Gewichtszunahme der Metallkalke, ihre Wirkung auf den Salmiak, die Entbindung des flüchtigen Laugensalzes aus diesem Salze durch die Mennige, Glätte und verschiedene andere Metallkalke. In allen Fällen ist das Aetzende des Feuers, die fette Säure, dasjenige, was sich mit den Metallen bey der Verkalkung vereinigt, nachher in das flüchtige Laugensalz übergeht und eine Art von Mittelsalz macht, das demjenigen ähnlich ist, welches man durch den Kalk erhält.

Meyer begegnet einem Haupteinwurfe zum voraus, welcher ihm nach der Lehre des Herrn Black gemacht werden könnte. Letzterer hatte behauptet, daß, wenn man eine reine Kalkerde in der Salpetersäure auflößte und nachher durch ein Laugensalz fällte, man die gefällte Erde nach Belieben von der Beschaffenheit der Kalkerde oder des Kalks erhalten könne; daß man sie von der Beschaffenheit der Kalkerde erhalte, wenn man sie durch ein gewöhnliches fixes Laugensalz niederschlüge, hingegen von der Beschaffenheit des Kalks, wenn man ätzendes fixes oder flüchtiges Laugensalz dazu nähme. Black erklärte diese Eigenschaft auf folgende

gende Art: die im Salpetergeiste aufgelößte Kalkerde enthielte keine Luft mehr, als die, welche durch das Brausen aus der Verbindung verjagt worden wäre; wenn man die Erde also aus dieser Auflösung durch ein gewöhnliches alle seine Luft enthaltendes fixes Laugensalz niederschlüge, so ließe dieses in dem Maaße, wie es sich mit der Säure verbände, alle seine Luft fahren, welche sich mit der Erde verbinde und sie unter der Gestalt der Kalkerde niederschlüge; fällte man sie hingegen durch ein ätzendes, d. i. der Luft beraubtes Laugensalz, so fiele die Erde von der Beschaffenheit des Kalks nieder, weil sie in dieser Mischung keinen Körper anträfe, welcher ihr Luft mittheilen könnte. Diese Erklärung beantwortet Meyer auf diese Art: Schlägt man aufgelößte Kalkerde durch ein ätzendes Laugensalz nieder, so mischt man seiner Meynung nach gewisser Maaßen zwey Mittelsalze zusammen; das eine ist ein Salpeter mit erdigem Grundtheile, das andere besteht aus der fetten Säure und dem fixen Laugensalze; in dieser Mischung muß also eine zweyfache Zerlegung erfolgen; die Salpetersäure muß ihren Grundtheil verlassen, um sich mit dem fixen Laugensalze zu verbinden, und zu gleicher Zeit muß sich die frey gewordene fette Säure an die Kalkerde hängen und sie unter der Gestalt des Kalks, d. i. im Wasser auflößlich und ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, beraubt, niederschlagen. Dieß darf nicht geschehen, wenn man die Fällung mit einem gewöhnlichen Laugensalze verrichtet; denn alsdenn findet sich keine fette Säure, welche sich mit der Erde vereinigen könnte, und sie fällt also als Kalkerde nieder.

Die von Meyer angegriffene Lehre der fixen Luft fand aber bald einen sehr geschickten Vertheidiger an

an Hrn. Jacquin o), Lehrer der Botanik zu Wien. Seine Abhandlung enthält zwar nicht viel mehr, als was schon die Herren Black und Macbride vorgetragen hatten, allein sie zeichnet sich durch Ordnung und Deutlichkeit, womit die Thatsachen dargestellt sind, durch die Auswahl der Versuche, welche sie enthält, durch die Einfachheit und Richtigkeit der Arten zu verfahren und durch eine richtige Art zu philosophiren vorzüglich aus.

Die erste Wahrnehmung, welche Hrn. Jacquin auffällt, ist die, daß der lebendige Kalk durchs Verkalken beynahe die Hälfte von seinem Gewichte verliert. Diese auffallende Begebenheit, welche die Meynung des Herrn Meyers in seinen Augen verdächtig machte, brachte ihn darauf, die Calcination des Kalksteins in verschlossenen Gefäßen anzustellen. Zu dieser Absicht nahm er eine Retorte von Steinzeug, welche der Wirkung des Feuers hinreichend widerstehen konnte, that 32 Unzen Kalkstein in dieselbe, legte eine große mit einem Stöpsel im Bauche versehene Vorlage vor, und schritt alsdann zur Destillation.

Anfänglich gab er nur ein mäßiges Feuer und erhielt bloße Feuchtigkeit; als er aber das Feuer verstärkte, fieng bald ein elastischer Dampf an in einer sehr großen Menge entbunden zu werden, welcher $1\frac{1}{2}$ Stunden mit Zischen durch die Stöpselöffnung der Vorlage fortgieng, und welcher, dem Hrn. Jacquin zu Folge, nichts anders als Luft war. Nach geendigter

o) Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo respectu calcis. 1769. übers. chemische Untersuchung der Meyerschen Lehre von der fetten Säure und der Blackischen von der fixen Luft. Wien 1771.

ter Destillation fanden sich in der Retorte noch 17 Unzen Kalkerde von der Beschaffenheit des Kalks, und in der Vorlage zwey Unzen Wasser, welches schwache Spuren von flüchtigem Laugensalze zeigte. Die fehlenden 13 Unzen eignet Jacquin der Luft zu, woraus nach seiner Meynung folgen würde, daß der Kalkstein sechs oder siebenhundert mal so viel Luft enthielte, als er dem Raume nach beträgt.

Verschiedene andere Versuche des Herrn Jacquin haben die Absicht zu beweisen, daß der Kalkstein nur im Verhältnisse der Menge elastischer Flüssigkeit, welche aus demselben entbunden wird, zum Kalke werde und daß er, wenn man ihm z. B. nur sein Wasser entzieht und dann das Feuer ausgehen läßt, beynahe von eben der Beschaffenheit in der Retorte gefunden werde, welche er hatte, als man ihn in die Retorte that. Was dieses, nach Jacquin, noch besser beweißt, ist das, daß man, anstatt die Destillation zu unterbrechen, wenn die Luft entbunden zu werden anfängt, sie länger fortsetzt; da sich alsdenn der Kalkstein auf seiner Oberfläche zum ätzenden Kalke bildet, ohne es im Innern geworden zu seyn.

Die erstern Versuche leiteten Hrn. Jacquin zu Betrachtungen über die Art, wie die Luft in den Körpern befindlich seyn könne. Er unterscheidet die Luft der Zwischenräume von der der Grundmischung. Erstere kann schon mittelst der Luftpumpe bemerkbar gemacht werden, dahingegen sich die letztere, welche in einer Verbindung steht, in einem Zustande einer Zertrennung und Auflösung befindet, welche ihr die Aeußerung ihrer Elasticität nicht mehr verstattet.

Es

Es ist bekannt, daß der Kalk vom Wasser aufgelößt werden kann und daß dieses Wasser, wenn es der Luft ausgesetzt wird, ein Häutchen setzt, welches nicht mehr ätzender Kalk, sondern eine mit Säuren brausende Kalkerde ist. Jacquin ist mit allen Schülern des Herrn Black der Meynung, daß dieser Stoff nichts anders als Kalk sey, welcher die Luft, deren er beraubt gewesen war, wieder an sich gezogen hat; und er zeigt, daß er solche im Verhältnisse des Gewichts wieder anzieht, welches er bey der Calcination verloren hat. Wenn dieser Kalkrahm von neuem calcinirt wird, so verliert er wieder die $\frac{13}{32}$ von seinem Gewichte, und während der Calcination wird Luft entbunden. Mit einem Worte, alles zeigt an, daß er die Beschaffenheit des Kalksteins wieder erhalten hatte.

Hierauf untersucht Jacquin die Wirkung des Wassers auf den Kalk; er zeigt, daß es ihn löscht, ohne ihm die Luft wieder zu geben, so daß man Kalk so lange als man will unter Wasser aufbewahren kann, ohne daß er aufhört Kalk zu seyn, wenn man die Oberfläche des Wassers nur vor der Berührung der freyen Luft sichert, denn sonst würde nach und nach alles zu Kalkrahm werden. Er zeigt ebenfalls, daß, wenn man Kalkwasser mit einem Destillirgeräthe abdampft, die in der Retorte zurückbleibende Erde noch ätzender Kalk und keine Kalkerde sey. Alle diese Versuche beweisen ferner, daß die Abwesenheit oder Gegenwart des Wassers nicht das sey, was die Beschaffenheit des Kalks oder der Kalkerde ausmacht.

Jacquin mustert hierauf alle Versuche der Herren Black und Macbride, und fügt neue in den nämlichen Absichten hinzu. Er zeigt, daß jede Versetzung der Kreide, oder eines gewöhnlichen Lau-

gensalzes mit einer Säure, eine Luft zuwege bringt, welche die Eigenschaft, das Kalkwasser zu fällen, d. i. sich mit dem im Wasser aufgelößten Kalke zu vereinigen, unauflößlich zu machen und auf der Stelle zum Anschießen zu bringen, besitzt. Die Luft, welche während der Calcination aus dem Kalksteine entweicht, besitzt die nämliche Eigenschaft.

Jacquin stellt diese und alle Versuche der Herren Black und Macbride der Lehre des Herrn Meyers entgegen und zieht fast aus allen Einwürfe, von welchen er glaubt, daß sie nicht gehoben werden können.

Jacquin hatte zuvor bemerkt, daß jedesmal, da die Luft aufgelößt und mit einigen Stoffen verbunden ward, wie bey allen chemischen Verbindungen, 1. eine Stufe der Sättigung, und 2. eine gewisse Stufe einer Anhängung statt fand, welche nach Verhältniß des Unterschieds der zwischen den verschiedenen Stoffen obwaltenden Verwandtschaften stärker oder schwächer war. Diese Betrachtungen wendet er auf die Erzeugung der ätzenden Laugensalze an, und behauptet, daß der Kalk nur vermöge der nähern Verwandtschaft der fixen Luft zu denselben auf sie wirke, und nimmt selbst mit Black und Macbride zum Grundsatze an, daß der Kalk, Aetzstein und alle Aetzmittel dieser Art nur durch Entziehung der Luft, nach welcher sie so begierig sind, so kräftig auf die thierischen Stoffe wirken, und da diese Luft zu deren Verbindung wesentlich erfordert wird, so entsteht daraus eine Zerlegung.

Auch hat Jacquin die Versuche der Herren Black und Macbride über die Mittel, den Kalk auf dem nassen Wege zu bereiten, wiederholt. Verbindet man Kalkerde mit Salpetersaurem in einer

lang-

langhalsigen Flasche, so nimmt man nach dem Brausen wahr, daß die Kreide beynahe die Hälfte von ihrem Gewichte, d. i. alle Luft, welche sie zur Kalkerde machte, verloren hat; alsdenn hat sie die Beschaffenheit des Kalks. Will man sie in dieser Eigenschaft vor sich allein und von der Salpetersäure geschieden haben, so darf man sie nur durch ein ätzendes Laugensalz niederschlagen, und die gefällte Erde ist nach der Aussüßung ein wahrer im Wasser auflößlicher Kalk.

Meyers Lehre hatte indessen in Deutschland sehr viele Anhänger gefunden, und sie wurde öffentlich von Lehrstühlen gelehrt. Jacquin's Schrift erhielt also daselbst keinen sonderlichen Beyfall, und im Jahr 1770 gab Cranz zu Wien eine Schrift [p]) gegen ihn heraus. In dieser untersucht er zuerst, was für eine Wirkung das Feuer auf den Kalkstein äußere. Er gesteht den Schülern des Herrn Black zu, daß dieses Gestein im Feuer einen beträchtlichen Verlust an seinem Gewichte erleide, aber er eignet diesen Verlust der großen Menge Wasser zu, welche er enthielt und welche durch die Gewalt des Feuers ausgetrieben worden ist. Eben so schreibt er dem zu Dämpfen gewordenen Wasser jene elastische Ausdehnung zu, welche von Jacquin während der Calcination des Kalksteins in verschlossenen Gefäßen beobachtet worden war, und bringt übrigens keinen sehr entscheidenden Beweis für diese Behauptung bey.

Nach

p) Examinis chemici doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo respectu calcis rectificatio. Lipsiae. 1770. 8. Auszüge aus dieser Schrift in Erxleben phys. chem. Abhandl. B. I. S. 37-42. und in *Rozier* journal de phys. T. II. Aout 1773. p. 128. sqq.

Nach dem Herrn Cranz verliert der Kalkstein durch die Calcination seine Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, nicht, wie die Schüler des Herrn Black behaupten, und er beruft sich hierüber auf das Zeugniß der Herren Duhamel, Geoffroy, Homberg und Pott, welche alle angeführt haben, daß der Kalk mit Säuren brause. Er fügt verschiedene ihm eigene Versuche hinzu, welche er unter verschiedenen Umständen mit Kalk angestellt hat, der besonders sorgfältig vor der Berührung der Luft bewahrt worden war; allemal nahm er ein Brausen wahr.

Bey dieser Gelegenheit macht er den Einwurf, daß der Kalk, wenn er vom Kalksteine nur durch die Beraubung der Luft und die starke Verwandtschaft zu solcher Luft verschieden wäre, in freyer Luft in kurzer Zeit alle diejenige Luft, deren er beraubt worden wäre, wieder einsaugen, und wieder Kalkerde werden müßte; indessen hat er wahrgenommen, daß sich der Kalk sehr lange in der Luft halten konnte, ohne daß er Kalk zu seyn aufhörte; er versichert sogar, daß er nach Verlauf einer beträchtlichen Zeit ätzender werde.

Was die Löschung des Kalks betrifft, so bemerkt Cranz, daß sein plötzliches Aufschwellen, und die sehr beträchtliche Hitze, welche hiebey wahrgenommen werde, nach Meyers Lehre eine natürliche Folge sey, nach Blacks Meynung aber gar nicht erklärt werden könne. Ueberdieß lasse sich nach dieser Lehre nicht einsehen, warum der Kalkstein vom Salpetersauren beynahe ohne Hitze aufgelößt werde, dahingegen die Auflösung des gebrannten Kalks in der nämlichen Säure eine Hitze verursache, welche die Stufe des siedenden Wassers übersteige; daß endlich die Vertheidiger der fixen Luft von dem scharfen und fressenden

Dam-

Dampfe, welcher vom Kalk aufsteige und einen Husten errege, von der Schädlichkeit frisch getünchter Gebäude, und von unendlich vielen andern Wirkungen keine befriedigende Ursache anführen könnten.

Hierauf untersucht Cranz die Erscheinungen, welche der Kalk bey seiner Auflösung im Wasser und bey seinem Anschießen zeigt. Nach Jacquin ist die Haut, welche auf der Oberfläche des Kalkwassers entsteht, wenn selbiges einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, und die man in der Chemie unter dem Nahmen des Kalkrahms kennt, nichts anders, als Kalk, der seine Luft wieder erhalten hat, und durch diese Vereinigung wieder zu Kalkerde d. i. in Wasser unauflößlich, mit dem Vermögen zu brausen, mit einem Worte so, wie sie vor der Verkalkung gewesen, geworden ist. Dagegen behauptet Cranz mit Meyer, der Kalkrahm sey nichts anders als ein Kalk, welcher seinen ätzenden Grundstoff, oder fette Säure, verloren habe; er versichert, daß er diesen Stoff oft am Boden der Flüssigkeit und nicht an der Oberfläche entstehen gesehen habe, daß sich welcher an die innern Wände des Gefäßes und an Stellen ansetze, woselbst der Kalk von der Luft nicht habe berührt werden können; endlich daß sogar während der Zeit welcher entstehe, da das Kalkwasser mit einer Haut bedeckt sey, welche alle Eigenschaft mit der Luft aufhebe. Uebrigens ist nach Cranz der Kalk nicht ganz im Wasser auflößlich, und kann nicht ganz zu Rahm verändert werden, wie aus den Grundsätzen des Herrn Black und seiner Schüler folgen müßte.

Ueberhaupt untersucht Cranz die Eigenschaften des Kalkwassers ausführlich, und zieht fast aus allen Einwürfe gegen Blacks Lehre. Das Kalkwasser

löst den Schwefel, Campher, die Harze, beynahe wie der Weingeist, auf; es müßten daher die Schüler des Herrn Black, um ihren Grundsätzen getreu zu bleiben, so weit gehen, daß sie sagten: es mache diese Stoffe durch die Entziehung ihrer Luft im Wasser auflöslich, wie sie solches von der zum Kalke veränderten Kalkerde sagen; aber alsdenn würden sie sich in die Nothwendigkeit gesetzt finden, zu sagen, daß der Weingeist die Harze nur durch Entziehung der in ihnen enthaltenen Luft auflößt, welches sie nach Cranz in ein Labyrinth von Schwierigkeiten, ja wohl von Ungereimtheiten führen würde.

Wäre übrigens, fährt Cranz fort, die Abwesenheit der Luft das, was die ätzende Beschaffenheit ausmacht, so würde daraus folgen, daß alle Mittelsalze ätzend seyn müßten, weil die Luft durchs Brausen aus ihrer Verbindung gebracht sey; indessen sähen wir, daß sie milder wären, als eine von den Substanzen, aus welchen sie zusammengesetzt sind, es vorher wäre.

Hierauf betrachtet Cranz die Auflösung sowohl des Kalksteins, als des Kalks in Säuren. Er bemerkt, daß man bey diesen Verrichtungen nach Belieben das Brausen erhalten könne oder nicht. Das Brausen erfolgt sehr stark, wenn man eine mäßig starke Säure anwendet; es erfolgt keines, wenn man die nämliche Säure in eine große Menge Wasser vertheilt; indessen frägt Cranz, wenn die Luft ein Bestandtheil der Kalksteine ist, warum wird sie in dem letztern Falle nicht entwickelt, und wenn sie entwickelt wird, was wird aus ihr, weil sie sich durch kein Brausen verräth?

Cranz

Cranz zeigt darauf, daß man ein starkes Brausen erregen könne, wenn man ätzende Lauge mit einer Säure mische, ob sie gleich, den Herren Black und Jacquin zu Folge, keine Luft enthielte; man dürfe nur langsam ätzende Lauge zu einer Auflösung von Kalkerde gießen, so fließe das Laugensalz längst den Wänden der Flasche herab, und nehme die untere Stelle am Boden ein; schüttele man dann die beyden Flüssigkeiten schnell durch einander, so entstehe ein starkes Brausen, und die Fällung gehe in einem Augenblicke vor sich.

Eine andere Beweisart, deren sich Black und seine Anhänger bedienen, ist die Fällung des Kalkwassers durch die entbundene Luft, sie mag durch Brausen oder Gährung entstanden seyn; Cranz aber behauptet, es sey keinesweges erwiesen, daß die Fällung von der Luft herrühre; es gebe andere Ursachen, welche einen ähnlichen Erfolg bewirken könnten, und wenn die Luft durch ihre Verbindung mit dem Wasser auch keinen andern Erfolg, als es leichter zu machen, bewirken würde, so würde dieser Umstand doch schon allein die Fällung zu veranlassen hinreichen. Uebrigens frägt Cranz: wie läßt es sich begreifen, daß die Luft, welche bey den mit Luft geschwängerten Wassern das Auflösungsmittel des Eisens ist, hier eine ganz entgegengesetzte Eigenschaft besitzt, nämlich den Kalk im Wasser auflößlich zu machen?

Hierauf untersucht Cranz die Beweisgründe, welche die Anhänger der fixen Luft von dem Verluste am Gewichte, den der Kalkstein bey seiner Auflösung in Säuren erfährt, hernehmen. Herr Black und Jacquin hatten behauptet, wenn man Kalkstein in einer Säure auflößte, so bemerkte man einen eben so

großen Verlust, als wenn der nämliche Stein durchs Brennen zu Kalk geworden wäre; daß in diesen beyden Fällen, die fixe Luft, im ersten durchs Brausen und im letzten darum fortgienge, weil sie durch die Gewalt des Feuers fortgejagt würde.

Auch hier stellt Cranz Versuchen andere Versuche entgegen; er hat sehr viele Arten Kalksteine, ja sogar Kalk in Salpetersäure aufgelößt, und sowohl von der Säure als den zur Auflösung verbrauchten Erden eine genaue Rechnung geführt; bey diesen Verrichtungen hat er gemeiniglich eine ziemlich merkliche Abnahme am Gewichte wahrgenommen, aber ohne eine gewisse Regel. Zuweilen hat es geschienen, als wenn der Kalk mehr, wie der Kalkstein, verliere, andere Male aber der Kalkstein mehr. Alle diese Resultate sind der Lehre des Herrn Black gerade entgegen.

Nach einigen andern Einwürfen geht Cranz zur Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk über. Er erinnert gleich anfänglich, daß, wenn nach der Lehre des Herrn Black das Feuer während der Calcination die fixe Luft aus dem Kalksteine triebe, mit welcher er gesättigt wäre, der Kalk bey der Zerlegung des Salmiaks sich mit der Luft des flüchtigen Laugensalzes innig verbinden könne, und behauptet, der Kalk müsse, anstatt in diesem Falle Luft einzusaugen, vielmehr eine neue Calcination erfahren und die etwa noch zurückgebliebene verlieren; aber wenn man auch die Meynung des Herrn Black annehme, so würde doch der Kalk aufhören müssen, Kalk zu seyn; indessen versichert er, daß der Rückstand von der Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk ihm allezeit eine Kalkerde von der Beschaffenheit des Kalks, und folglich eine luftfreye geliefert habe, woraus er folgert, daß

sie

sie dem flüchtigen Laugensalze die in ihm enthaltene Luft nicht entzogen habe, und folglich der Mangel der Luft die ätzende Beschaffenheit nicht ausmache; endlich behauptet er, daß der Salmiak viele Luft enthalte, daß diese Luft nach der Meynung des Herrn Black den Kalk sättigen, und letzterer alsdann keine Wirkung auf das flüchtige Laugensalz behalten müsse.

Zu diesen Versuchen fügt Cranz hinzu, daß, wenn die Aetzmittel ihre Wirkung durch Einsaugung der Luft äußerten, jedesmal Thiere unter die Luftpumpe gebracht geätzt werden müßten, das säugende Kind die Warzen der Brust ätzen müßte u. s. w. weil in allen diesen Fällen eine Beraubung der Luft statt findet.

Ferner führt Cranz noch zahlreiche Versuche an, welche mit der Macbrid'schen Geräthschaft angestellt sind; diese besteht nämlich, wie oben angeführt ist, aus zwey Flaschen, welche vermittelst eines gläsernen Hebers Gemeinschaft mit einander haben; in die eine thut man einen Gährungsfähigen Stoff, oder eine zum Brausen geschickte Mischung, und in die andere die Flüssigkeiten oder diejenigen Substanzen, welche man der Wirkung der fixen Luft aussetzen will. In der einen von diesen beyden Flaschen hat Cranz Vitriol- und Salpetersäure nach einander mit fixem Laugensalze brausen lassen, da denn das in die andere Flasche gebrachte Kalkwasser gefällt worden ist, wie solches Macbride und Jacquin melden; den nämlichen Erfolg hat Cranz mit Luft, welche zum Athemholen gedient hatte, bewirkt.

Cranz hat nach der Art des Herrn Meyers bereitete ätzende Lauge in dem nämlichen Geräthe zu behandeln versucht; die durch ein Brausen entbundene Luft hat ein weißes Pulver daraus niedergeschlagen,

welches sich am Boden der Flasche gesammelt hat; auch hat die Flüssigkeit nach Verlauf einer gewissen Zeit die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, erhalten; aber er hat zu gleicher Zeit wahrgenommen, daß sie diese Eigenschaft an der freyen Luft beynahe in der nämlichen Zeit, ja sogar geschwinder, wieder erhielt, wenn man sie in ein mäßiges Feuer brachte, und daß sie die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, nur von dem Augenblicke an bekam, da sie zu rauchen anfieng, woraus Cranz schließt, daß sie diese Eigenschaft nur in so weit erhält, als der mit ihr vereinigte ätzende Stoff, die fette Säure, verdunstet ist.

Das nämliche hat Cranz in Ansehung des aus dem Salmiake entbundenen ätzenden flüchtigen Laugensalzes bemerkt. Er hat einen Theil davon auf einen Stubenofen, einen andern auf heiße Asche gestellt, und einen dritten in die Macbrid'sche Geräthschaft gethan; nach acht Stunden braußten alle drey, wie Cranz sagt, nach Verhältniß der Verdunstung der fetten Säure; die Geräthschaft des Herrn Macbride verrichtet also nach ihm bey diesen Versuchen nichts weiter, als was ganz natürlich an der freyen Luft erfolgt seyn würde.

Cranz hat seine Untersuchungen noch weiter getrieben, und eine große Menge Versuche in demselben Geräthe angestellt, indem er die Gefäße verschlossen hielt, und das Gewicht der angewandten Stoffe vor und nach der Verrichtung beobachtete. In der Flasche, in welcher die zum Brausen bestimmten Mischungen geschahen, erfolgte allemal ein beträchtlicher Verlust am Gewichte, dahingegen er in der andern Flasche beständig einen Zuwachs am Gewichte erhalten hat.

Bey

Bey diesem Versuche hat Meyers ätzende Lauge einen Zuwachs von acht Gran am Gewichte erhalten.

Zerflossenes Weinsteinöl hat um 5 Gran zugenommen.

Hirschhorngeist hat an 22 Gran gewonnen.

Gewöhnlicher Salmiakgeist hat nur 3 Gran erhalten.

Aetzendes flüchtiges Laugensalz hat 22 Gran gewonnen.

Er hat die nämlichen Versuche wiederholt, aber die zur Auffangung bestimmte Flasche offen gelassen, da sie hingegen bey den vorhergehenden Versuchen genau verschlossen gewesen war.

Das auf diese Art in der zur Auffangung bestimmten Flasche vorgeschlagene Weinsteinsalz hat um 5 Gran zugenommen, und am Boden des Gefäßes ist einiges festes Salz angeschossen.

Meyers ätzende Lauge hat hingegen in drey Stunden 6 Gran verloren und einen Bodensatz fallen lassen.

Die Flüssigkeit braußte hierauf mit Säuren, welches auch der Bodensatz that.

Gewöhnliches flüchtiges Laugensalz hat etwas am Gewichte verloren.

Aetzendes flüchtiges Laugensalz hingegen hat einige Gran gewonnen und war daraus nicht mehr ätzend, sondern milde und braußte.

Diese, bey den meisten mit ätzenden Laugensalzen und überhaupt bey fast allen in dem Geräthe des Herrn Macbride angestellten Versuchen, wahrgenommene Zunahme am Gewichte schienen starke Beweisgrün-

gründe zu Gunsten der Meynung des Herrn Black zu liefern. Indessen antwortet Cranz hierauf auf folgende Art: er gebe zwar zu, daß sich die fixe Luft mit den in die zur Auffangung bestimmte Flasche gebrachten Flüssigkeiten verbinde, und daß der Zuwachs, den sie am Gewichte erhalten, von dieser Ursache herrühre; aber er fügt hinzu, daß diese Flüssigkeiten mit derselben auf eben die Weise, als bloßes Wasser, geschwängert werden; er läugnet, daß hier eine Verbindung vorgehe, daß die Milderung der ätzenden Salze von dieser Verbindung herrühre, und ist der Meynung, daß diese Veränderungen von der Verdunstung des ätzenden Stoffs, der fetten Säure, abhangen, welche das Laugensalz mittelsalzig mache.

Um die Zeit, da Cranz die Lehre des Herrn Black von der in den Kalkerden und Laugensalzen gebundenen Luft angriff, beschäftigten sich zwey Gelehrte, Herr de Smeth zu Utrecht und Priestley zu London, diesen Gegenstand durch neue Versuche aufzuhellen. Sie gaben beynahe zu gleicher Zeit zwey mit wichtigen Entdeckungen angefüllte Abhandlungen heraus. De Smeth's Abhandlung kam zwar einige Monate später heraus, als Priestley seine Versuche der königlichen Societät zu London vorgelesen hatte; da aber des letztern Untersuchungen ganz neue Ansichten gewähren, wodurch die Gränzen der Kenntnisse in Ansehung dieses wichtigen Gegenstandes ungemein erweitert worden sind, so habe ich lieber de Smeth's Bemühungen, welche mit den vorhergegangenen Lehren in einer so genauen Verbindung stehen, noch in diesem Zeitraume erzählen, und Priestley's neue Entdeckungen für den folgenden aufbewahren zu müssen geglaubt. De Smeth's Abhandlung ist in

in der Gestalt einer Probeschrift zu Utrecht im Octob. 1772. unter der Aufschrift: diss. de aëre fixo in kl. 4. herausgekommen.

De Smeth setzt anfänglich fest, daß wir die gemeine atmosphärische Luft nur aus einigen physischen Wirkungen kennen, aber noch keine Begriffe von ihrer Beschaffenheit, Zusammensetzung und chemischen Verbindung besitzen, woraus er schließt, daß es gegen die Grundsätze einer gesunden Philosophie streite, wenn man behaupten wolle, ein Stoff sey Luft, weil er eine oder andere Eigenschaft äußere, welche er mit ihr gemeinschaftlich habe; daß folglich alle diejenigen, welche von den elastischen Ausflüssen, die entweder während der Gährung, oder dem Verbrennen, oder endlich dem Brausen einer Säure, mit einem laugensalzigen Stoffe, entbunden werden, geredet haben, in diesen Irrthum verfallen sind, daß sie nur die Feinheit, Elasticität und das eigenthümliche Gewicht dieser Ausflüsse in Erwägung gezogen haben, aber verschiedene andere Eigenschaften, welche der Luft nicht weniger wesentlich sind, vergessen und bey Seite gesetzt zu haben scheinen; daß, nach dieser Art zu philosophiren, Wasser in Dampfgestalt auch die Benennung der Luft führen müßte; daß man der elektrischen Flüssigkeit und einer unendlichen Menge unhaltbarer Dünste den nämlichen Namen ertheilen müßte, welche bloß die Elasticität und Feinheit der Luft besitzen. Endlich geht de Smeth so weit, daß er sagt, die Elasticität sey ein sehr zweydeutiges Merkmal der Luft, man könne von jeder der Eigenschaften, welche wir an ihr kennen, allein genommen das nämliche sagen, und er nimmt sich vor, solches in der Folge seiner Schrift zu erweisen.

Nach-

Nachdem er durch schon bekannte Versuche gezeigt hat, daß die Luft ein wirkliches Auflösungsmittel selbst in dem Verstande sey, welchen die Chemiker mit dieser Benennung verbinden, daß sie das Wasser und die Dünste auf eben die Weise, als das Wasser die Salze, auflöse, und diese Körper, gegen die Gesetze der Hydrostatik, schwebend halte, so wendet sich De Smeth zu Versuchen über die Wirkung der Luft auf einige Körper, welche, wo nicht ganz neu, doch wenigstens sehr wenig bekannt sind.

Szathmar hatte im Jahr 1771 in einer Probeschrift von dem Luftzünder oder Hombergischen Pyrophor gezeigt, daß dieser Stoff, selbst während der Zeit, da er dampfte, sich erhitzte und Feuer fieng, und beträchtlich am Gewichte zunahm. De Smeth hat die Umstände dieser Erscheinung mit dem Herrn Hahn gemeinschaftlich untersucht, und das Resultat ihrer Versuche ist kürzlich dieses:

Hahn that den 22. Nov. 1771, 272 Gran Luftzünder auf eine genaue und scharf ziehende Wage; dieser Luftzünder entzündete sich bald, und innerhalb einer halben Stunde hatte er um 20 Gran am Gewichte zugenommen, am folgenden Tage 21 Gran und nach 7 Tagen noch 15 Gran Zuwachs erhalten, daß folglich die ganze Zunahme beynahe $\frac{1}{5}$ betrug, worauf keine merkliche Zunahme weiter als im Verhältnisse der Abänderungen der Kälte, Wärme und Feuchtigkeit der Atmosphäre erfolgte.

Zweyhundert Gran Luftzünder, der lange aufbewahrt gewesen war und sich nicht mehr von selbst entzündete, wurden eben so behandelt. Nach drey Tagen hatte solcher $\frac{1}{10}$ an seinem Gewichte zugenommen. De Smeth erinnert, daß die Zunahme bey jedem

jedem Versuche nur darum stärker gewesen ist, weil keine Entzündung erfolgt, mithin weniger Hitze entstanden ist, und folglich weniger Theile verjagt und zu Dünsten geworden sind.

Diese Wahrnehmungen über die Zunahme des Luftzünders an Gewicht haben dem Herrn de Smeth auf den Zuwachs gebracht, welcher bey dem lebendigen Kalk statt findet. Zwölf Unzen desselben, welche auf einer Wage der Luft ausgesetzt wurden, haben den ersten Monat hindurch beynahe sichtbarlich am Gewichte zugenommen; diese anziehende Kraft hat hernach allmählig abgenommen und nach Verlauf eines Jahrs, oder 13 Monate, hatte sie ganz und gar aufgehört. Der Kalk hatte binnen dieser Zeit 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran an Gewicht zugenommen, war zu einem feinen Pulver geworden und entband den flüchtigen Geist aus dem Salmiake nur in einer trockenen Gestalt.

Das ganze Gewicht dieses Kalks betrug nach 13 Monaten also 16 Unzen 3 Quent. und 40 Gran. De Smeth wog davon 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran besonders ab, und schloß darauf folgender Maaßen: Wenn 16 Unzen 3 Quent. 40 Gran in der Luft gelöschten Kalks 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran aus der Atmosphäre angezogenen Stoff enthalten, wie viele müßten denn 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran enthalten? Die Rechnung gab, daß solche Menge 3 Unzen, 2 Quent. 54½ Gran betragen müßte. Man konnte natürlich glauben, daß dieser auf solche Art aus der Atmosphäre angezogene Stoff leicht im Feuer verfliegen würde; um sich hievon Gewißheit zu schaffen, that er diese 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran Kalk in eine irdene Retorte von derjenigen Art, wie man zur Uebertreibung

bung des Phosphors anzuwenden pflegt, und unterhielt das Feuer zwey Tage in einer sehr heftigen Stufe der Hitze; während dieser Verrichtung giengen 1 Unze 4 Quent. und 40 Gran reines Wasser über, in welchem er durch alle Arten von Proben keine Spur eines salzigen Stoffs entdecken konnte. Wie aufmerksam de Smeth hiebey auch war, so konnte er doch während der ganzen Zeit der Verrichtung keine Entbindung eines elastischen Stoffs wahrnehmen; da aber die Retorte, nachdem das Feuer ausgegangen war, einen Riß erhalten hatte, so ließ sich aus diesem Versuche nichts gewisses schließen. Der Kalk wog, so wie er aus der Retorte genommen ward, 10 Unzen 5 Quent., welches mit 1 Unze 4 Quent. 40 Gran Wasser, so in die Vorlage übergegangen war, in allem 12 Unzen 1 Quent. 40 Gran ausmachte. Die angewandte Menge betrug 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran, woraus also folgt, daß während der Destillation nur 2 Quent. verloren gegangen waren. Offenbar ist also die Entbindung von Luft, wenn eine vorgegangen ist, bey weitem nicht so beträchtlich gewesen, als sie es nach der Lehre des Herrn Black hätte seyn sollen, nach welcher sie beynahe die Hälfte des Gewichts der angewandten Kalkerde hätte ausmachen sollen. Uebrigens versichert de Smeth, daß der Rückstand in der Retorte wirklicher lebendiger Kalk gewesen sey.

Dieser Versuch giebt dem Herrn de Smeth Anlaß, zu bemerken, daß der an der freyen Luft gelöschte und darnach in verschlossenen Gefäßen calcinirte Kalk nicht alles wieder verliere, was er aus der Atmosphäre angezogen hatte; man hat nämlich gesehen, daß der gelöschte Kalk, ehe er ins Destillirgeräthe gethan ward, 3 Unzen 2 Quent. 54½ Gran aus der

At-

Atmosphäre angezogenen Stoff enthielt; aber beym Destilliren hat er nur 1 Unze 7 Quent. 40 Gran verloren; mithin hat das Feuer 1 Unze 3 Quent. 14½ Gran nicht von demselben scheiden können. Dasselbe hatte auch schon Duhamel wahrgenommen.

Dieser besondere Umstand bewog dem Herrn de Smeth, diesen Versuch in offenen Gefäßen zu wiederholen. Zu dem Ende that er die 4 Unzen, welche er von dem von der Luft gelöschten Kalk noch zurückbehalten hatte, in einen Tiegel; diese mußten nach dem oben angegebenen Verhältnisse 8 Quent. 47 Gran aus der Atmosphäre angezogenen Stoff enthalten; inzwischen verlohr dieser Kalk, wie er in einem Windofen einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt ward, nur 7 Quent. 36 Gran wieder, und hatte folglich noch 1 Quent. und 11 Gran von dem aus der Atmosphäre angezogenen Stoff bey sich behalten. Als dieser Kalk von neuem an die Luft gestellt ward, erhielt er wieder einen Zuwachs von 4 Quent. 28 Gran am Gewichte.

De Smeth schließt aus diesen Versuchen: 1. daß der Kalk einen Stoff aus der Atmosphäre anziehe, welcher sich nicht wieder von demselben verjagen lasse, 2. daß der größte Theil der Zunahme des Gewichts, welchen er an der Luft erhält, bloß vom Wasser herrühre, und die Luft nicht merklich durch die Verbindung ihres eigenen Wesens dazu beytrage. Er ist mit dem Herrn Szathmar der Meynung, daß das nämliche von der Zunahme des Gewichts des Luftzünders gelte, welche ebenfalls bloß von der Feuchtigkeit herrühre. Man sieht leicht, daß diese Behauptungen der Lehre des Herrn Black und seiner Schüler geradezu entgegenstehen.

Nach einigen Betrachtungen über die Art, wie die Luft im Wasser befindlich sey, und über die Ursache des Siedens des Wassers, unternimmt de Smeth zu beweisen, daß, wenn die ätzenden Laugensalze mit Säuren nicht brausen, man diese Erscheinung wahrscheinlich nicht dem Mangel der Luft oder eines elastischen Stoffs zuzuschreiben habe, als worüber er sich folgender Maaßen äußert: Black und die Anhänger der fixen Luft behaupten, daß die ätzenden Laugensalze darum nicht mehr mit Säuren brausen, weil der Kalk, welcher sehr begierig nach der fixen Luft ist, sie derselben beraubt hat. Wäre dieser Grundsatz richtig, so würde nothwendig zweyerley folgen: 1. daß den ätzenden Laugensalzen aller zum Brausen oder Sieden geschickte Stoff gänzlich fehlen müßte, 2. daß sie die Eigenschaft zu brausen auf der Stelle wieder erhalten müßten, wenn man ihnen eine hinlängliche Menge Luft wieder gäbe; nun zeige aber, fügt de Smeth hinzu, die Erfahrung, daß diese beyden Schlußfolgen der Black'schen Lehre gleich falsch seyen, und dieß sucht er durch folgende Versuche zu erweisen:

1. Er stellte flüchtigen durch Kalk ausgetriebenen Salmiakgeist unter die Glocke; an das Geräthe war ein so eingerichteter Probebarometer angebracht, daß das Quecksilber in demselben bey jedem Zuge des Stempels in die Höhe stieg, anstatt, daß es bey den in Frankreich gebräuchlichen Luftpumpen fällt; sobald das Quecksilber 25 Zoll hoch gestiegen war, fieng der flüchtige Geist sehr stark zu sieden an.

2. Bey Wiederholung des nämlichen Versuchs mit gewöhnlichem durch fixes Laugensalz aus dem Salmiake getriebenen flüchtigen Laugensalz stiegen, sogar

bey

bey einer noch vollkommenern Ausleerung, nur einige unmerkliche Bläschen auf.

3. Er stellte Seifensiederlauge unter die nämliche Glocke. Sobald das Quecksilber bis 19 Zoll gestiegen war, fieng sie an, einige Bläschen zu zeigen, welche allmählig Perlen ähnlich wurden, jedoch auf der Oberfläche nicht zersprangen; als das Quecksilber aber zu einer Höhe von 28$\frac{3}{4}$ Zoll gestiegen war, wurden sie viel größer und gelangten bis zur Oberfläche, ohne solche jedoch in die Höhe zu heben; sehr viele blieben an den innern Wänden des Gefäßes sitzen.

4. Die gewöhnlichen Laugensalze haben, wenn sie auch noch so lange im leeren Raume gehalten worden sind, nie das geringste Bläschen fahren lassen, wofern sie nicht stark erhitzt worden sind.

Aus diesen Versuchen schließt de Smeth, daß die ätzenden Laugensalze mehr zum Sieden geneigt sind, als die gewöhnlichen; aber man sieht leicht, daß er annimmt, die Eigenschaft zu brausen hange von dem nämlichen Grundstoffe ab, welcher die Flüssigkeiten zum Sieden bringt, welches unerwiesen ist.

Ferner sucht de Smeth zu erweisen, daß die Mittheilung der Luft den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, nicht wiedergebe; zu dem Ende hat er zwey gebogene gläserne Röhren an eine große Thermometerkugel blasen lassen, die Kugel mit ätzendem flüchtigen Laugensalz angefüllt, und durch die eine Röhre geblasen; allein ob er gleich dieses lange Zeit fortgesetzt hat, so hat doch das Laugensalz die Eigenschaft zu brausen nicht erhalten.

Er hat fixes und flüchtiges ätzendes Laugensalz in der in s'Gravesande's Naturlehre beschriebenen

Einrichtung zur Verdichtung der Luft zu halten versucht, und nicht bemerkt, daß es einige Veränderung erlitten hätte.

Aus diesen Versuchen schließt de Smeth: die Eigenschaft der ätzenden Laugensalze, nicht zu brausen, rühre vielmehr von einem beygetretenen, als von einem entwichenen Stoffe her; es wäre denn, fügt er hinzu, daß der Kalk ihnen einen Stoff nähme und einen andern wiedergäbe, welches seiner Meynung nach schwer zu entscheiden ist.

De Smeth hat auch die meisten Versuche des Herrn Macbride über die Wirkung der Ausflüsse der gährenden oder brausenden Stoffe auf das Kalkwasser und auf die ätzenden Laugensalze wiederholt, aber anstatt der Macbrid'schen Geräthschaft bloß einen gläsernen Kolben mit einem Stöpselhelme gebraucht; unten in den Kolben thut er Kreide oder Laugensalze, gießt dann vermittelst eines Trichters durch die Stöpselöffnung des Helms eine beliebige Säure hinzu, und verschließt die Oeffnung schnell; endlich bindet er an das Ende vom Schnabel des Helms eine Phiole, in welche er Kalkwasser, ätzendes Laugensalz und die übrigen Stoffe thut, welche er den Ausflüssen der brausenden oder gährenden Stoffe aussetzen will.

Flüchtiges Laugensalz, welches den Ausflüssen eines durch die Auflösung eines fixen Laugensalzes im Vitriol- Salpeter- oder Salzsaurem bewirkten Brausen in dieser Geräthschaft ausgesetzt worden ist, hat in allen drey Fällen die Eigenschaft zu brausen gleich gut erlangt und die feste Gestalt wieder erhalten.

Fixes ätzendes Laugensalz ist in der nämlichen Geräthschaft brausend geworden, aber nicht angeschossen.

Die

Die Verbindung der Essigsäure mit den verschiedenen säurebrechenden Erden hat den nämlichen Erfolg bewirkt.

Als lebendiger Kalk anstatt der Kalkerde genommen ward, so hat seine Verbindung mit den Säuren den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft zu brausen nicht wieder ertheilt und sie nicht zum Anschießen gebracht.

De Smeth hat die nämlichen Versuche mit Zucker wiederholt, welchen er mit Wasser in dem nämlichen Kolben zum Gähren hingestellt hatte; ein andermal hat er Rockenmehl genommen, und in einer gewissen Menge Wasser vertheilt; die Ausflüsse, welche sich entbanden, als die Gährung in voller Stärke vor sich gieng, äußerten gleiche Wirkungen wie die Ausflüsse der brausenden Mischungen.

Allemal, wenn das flüchtige ätzende Laugensalz dieser Probe unterworfen worden ist, sind an dem obern Theile der Flasche, worin solches enthalten war, Anschüsse von flüchtigem Laugensalze in verschiedenen Gestalten erfolgt; dergleichen Anschüsse ward man sogar in der Flüssigkeit selbst gewahr, und wenn die Gährung stark vor sich gieng, so war die Operation in 2 bis 3 Stunden zu Ende gebracht, und das Laugensalz milde gemacht.

Ferner hat de Smeth wahrgenommen, daß bey diesem nämlichen Versuche beständig eine kleine Wolke von dem flüchtigen ätzenden Laugensalze aufstieg, welche sich nach dem Schnabel des Helms hinzog, und daß zu gleicher Zeit eine innere Bewegung in der Flüssigkeit wahrgenommen ward, welche ohngefähr der Dicke der Wolke entsprach und nach oben gerichtet zu

seyn schien. Die Anschüsse, welche man bey diesen Operationen vom flüchtigen Laugensalze erhält, trocknen auf Löschpapier an der Luft leicht und haben beynahe gar keinen durchdringenden Geruch mehr.

Wenn die Gährung zu Ende geht, kann der elastische Dampf den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft zu brausen noch ertheilen, aber er besitzt die Kraft, sie zum Anschießen zu bringen, nicht mehr.

Kalkwasser wird bey den nämlichen Versuchen trübe und läßt den in ihm enthaltenen Kalk fallen.

Auch hat de Smeth versucht, Fleisch in der nämlichen Geräthschaft faulen zu lassen; die Ausflüsse haben den Kalk ebenfalls niedergeschlagen, und den Laugensalzen die Eigenschaft zu brausen wiedergegeben, nur sind die Wirkungen etwas langsamer erfolgt. Was die Eigenschaft, diese Salze zum Anschießen zu bringen, betrifft, so ist es ihm nicht möglich gewesen, hievon zu urtheilen, weil von den gährenden thierischen Stoffen feuchte Dünste aufstiegen, welche das Salz aufgelößt haben würden, wenn es auch zum Anschießen geneigt gewesen wäre.

De Smeth nimmt sich hernach vor, zu beweisen, daß die elastischen Ausflüsse, welche von den gährenden und brausenden Substanzen entbunden werden, von der atmosphärischen Luft wesentlich verschieden seyen. Die vornehmsten Verschiedenheiten, welche seiner Meynung nach Merkmale dieser Ausflüsse abgeben, sind folgende:

1. Die Ausflüsse des Brausens und der Gährungen ertheilen den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, wieder und bringen die flüchtigen Laugensalze zum Anschießen: die atmosphärische Luft

luft aber äußert diese unter den nämlichen Umständen nicht.

2. Die atmosphärische luft unterhält das Feuer, nährt es und facht es an; ihr Beytritt ist zur Flamme so wesentlich nothwendig, daß solche ohne sie nicht bestehen kann; die luft des Brausens und des Gährens hingegen ist eine Feindin der Flamme und löscht sie auf der Stelle auf. Dieser Thatsache hat sich de Smeth durch eine große Menge von Versuchen versichert; überdem ist diese Wahrnehmung auch allen denjenigen bekannt, welche Weine bereiten; man weiß, daß die lichter in den Kellern, in welchen diese Flüssigkeit gährt, sogleich verlöschen, wenn die luft nicht hinlänglich erneuert ist.

3. Die atmosphärische luft ist nicht weniger zur Unterhaltung des lebens der Thiere nothwendig, dagegen ist ihnen die luft der Gährung so schädlich, daß sie diejenigen, welche sie in einer hinlänglich großen Menge einathmen, als ein feines Gift tödtet, und aus dieser Ursache fallen auch oft Unglücksfälle in den Kellern vor.

Diejenige luft, welche beym Brausen weggeht, ist den Thieren nicht weniger schädlich, als die luft der Gährungen; indessen ist sie von derselben darin verschieden, daß sie nicht so, wie letztere, berauscht und dem Körper nicht solche lebhaftigkeit ertheilt, wenn man sie in kleinen Portionen nimmt.

4. Die atmosphärische luft begünstigt die Fäulniß eher, als daß sie solche aufhalten sollte; die Ausdünstungen der gährenden und brausenden Stoffe sind dagegen ein starkes fäulnißwidriges Mittel, wie Boyle zuerst gefunden, Cotes in seinen Vorlesungen ge-

 lehrt,

lehrt, und Macbride nachher durch zahlreiche Versuche bekräftigt hat.

5. Die Ausdünstungen der Gährung sind zuweilen mit einer wunderbaren Elasticität begabt, aber sie ist nicht immer gleich, sondern anfänglich sehr beträchtlich, nachher wird sie matter und endlich verliert sie sich ganz und gar; beynahe eben so verhalten sich die Ausdünstungen der brausenden Mischungen. Obgleich die Ursache dieser Verschiedenheiten nicht recht bekannt ist, so kann man selbige demungeachtet mit der des Wassers vergleichen, welches bald, wenn es zu Dünsten geworden ist, durch die Hitze außerordentlich stark ausgedehnt wird und ähnliche Erscheinungen als die Luft zeigt, bald, wenn es kalt geworden und verdichtet ist, in tropfbarer Gestalt als Wasser zusammengeht.

6. Die Ausflüsse der Gährung sind viel feiner als die Luft, und dringen durch Körper hindurch, welche dieser ein undurchdringliches Hinderniß in den Weg gelegt haben würden; de Smeth hat sie vermittelst des Verklebens nicht zurückhalten können; eine um die Mündung eines Gefäßes, in welchem ein gährender Stoff enthalten war, gebundene feuchte Blase ist während der größten Bewegung nicht ausgespannt worden, obgleich andere Versuche gewiß darthaten, daß viele elastische Flüssigkeit entbunden ward.

Aus allen diesen Versuchen und Betrachtungen, welche denselben beygefügt sind, schließt de Smeth, man habe den Ausflüssen der Gährung und des Brausens sehr uneigentlich die Benennung der fixen Luft ertheilt; dieser Stoff sey seit langer Zeit bekannt; er sey von van Helmont unter der Benennung des Gas, von Boyle unter dem Nahmen der künstlichen Luft und von den Alten unter der Benennung des ae-

flus

flus beobachtet worden; er sey es, welchen man durch die gefährliche Luft des Avernus, durch den vergifteten Hauch der Furien bezeichnet habe; ihm müßte die Ursache der traurigen Wirkungen der Hundsgrotte und einiger anderer unterirdischer Oerter zugeschrieben werden.

Endlich schließt de Smeth, die fixe Luft, oder das Gas, sey nicht ein und eben derselbe Stoff, sondern vielmehr sehr abgeändert, vielfach und von einander verschieden; anstatt ein besonderes Element in dem Verstande, welchen die Chemiker diesem Worte beylegen, zu seyn, sey dieser Stoff vielmehr ursprünglich nicht in dem Körper befindlich gewesen, von welchem er entbunden werde, sondern sey ein durch das Abreiben von dem Zusammenstoßen aller festen und flüchtigen Theile entstandenes Ansteckungsgift, und daher komme er nie anders zum Vorschein, als in den Fällen, wo die Körper heftige innere Bewegungen, gewaltsame Stöße, leiden, ihre Theile gegen einander stoßen, einander verändern, zerstoßen, verfeinern, wie bey der Gährung, dem Brausen, dem Verbrennen u. s. w. Daher glaubt de Smeth, man müsse ein

Gas der Weingährung (gas vinificationis)
Gas der Essiggährung (gas acetificationis)
Fäulungs-Gas (gas septicum)
Salziges oder vom Brausen entstehendes Gas (gas salinum s. effervescentiarum)
Wasser- und Erde- oder unterirdisches Gas (gas aquae et terrae, s. subterraneum)

unterscheiden. Zur Bestärkung dieser Verschiedenheit führt er nur die Gerüche an, das Gas der Weingährung jedoch ausgenommen, welches besondere Erscheinungen in der thierischen Oekonomie zeigt.

Hierauf prüft de Smeth mit wenigen Worten die Meynung derjenigen, welche glauben, die fixe Luft sey das allgemeine Band der Anfänge. Aus dem Angeführten sieht man leicht, daß die fixe Luft Fäulnißwidrig sey, aber daraus folgt, seiner Meynung nach, noch nicht, daß die fixe Luft in dem Körper, aus welchem sie entbunden wird, befindlich sey, noch auch, daß sie zum Zusammenhange seiner Theile und ihrem gesunden Zustande etwas beytrage. Uebrigens bemerkt er, daß die Fäulnißwidrige Kraft nicht allein der fixen Luft eigen sey, sondern daß alle Produkte der Gährung die nämlichen Eigenschaften besitzen; daß der Weinstein, Essig, Weingeist der Fäulniß in einem eben so hohen Grade widerstehen, als die fixe Luft; endlich, fügt er hinzu, würde man alles, was die Schüler des Herrn Black von der fixen Luft sagen, auf den Weingeist anwenden und durch die nämlichen Beweisgründe behaupten können, daß solcher der Kitt der Körper, das Band der Uranfänge wäre, welches doch ungereimt seyn würde.

Macbride hatte in der Art, wie die zusammenziehenden Stoffe wirken, einen neuen Beweisgrund für die fixe Luft gefunden; ihre Fäulnißwidrige Kraft kam seiner Meynung nach nur von der Eigenschaft her, welche sie besitzen, die Zwischenräume der Körper zu verengern, wenn selbige faulen, und folglich der Entbindung der fixen Luft, welche wegzugehen strebt, zu widerstehen; de Smeth widerlegt diesen Beweisgrund und behauptet, wir seyen in der Kenntniß der Art, wie die zusammenziehenden Stoffe wirken, noch zu weit zurück, als daß auch nur der schwächste Beweis daraus gefolgert werden dürfte.

Aus

Aus Black's ganzem Werke schließt de Smeth, die Lehre von der fixen Luft beruhe nur auf unsichern und schwachen Gründen, könne, so wie sie von ihren Vertheidigern vorgetragen werde, keine ernstliche Prüfung aushalten, und werde nur eine vorübergehende Meynung seyn.

Zu dieser Prüfung der Black'schen Lehre fügt de Smeth zwey wichtige Wahrnehmungen über die Luft der Utrechter Brunnen und über die von glühenden Kohlen weggehende Luft hinzu. Die Brunnen zu Utrecht sind zwischen 28 Fuß tief; man pflegt Pumpen in selbige zu setzen und das Wasser durch solche in die Höhe zu bringen, und bedeckt sie darnach mit einer Art von Gewölbe. Wenn man diese Brunnen nach einiger Zeit aus einer oder der andern Ursach öffnet, so muß man sie über zwölf Stunden offen stehen lassen, ehe man hineinsteigt; wer eher hineinsteigen wollte, würde sich der Gefahr eines plötzlichen Todes aussetzen. Die Luft dieser Brunnen löscht die Lichter aus, wie Luft, welche durch Brausen oder Gähren erhalten ist; sie schlägt auch den Kalk aus dem Kalkwasser nieder und verändert ihn zu einer Kalkerde; mit einem Worte sie besitzt alle Eigenschaften der sogenannten fixen Luft; indessen ist das Wasser, das man aus diesen Brunnen schöpft, dennoch gleich gesund.

De Smeth hat ebenfalls erfahren, daß die Luft, welche durch glühende Kohlen gegangen war, viele Eigenschaften mit der fixen Luft gemein hatte; sie schlägt das Kalkwasser nieder und ertheilt den Laugensalzen die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, wieder. De Smeth giebt die Mittel an, diese Luft in dem leeren Raume der Luftpumpe mit verschiedenen Stoffen zu verbinden, und bemerkt, daß man, wenn

ätzen-

äzendes flüchtiges Laugensalz angewandt wird, in dem Augenblicke, da die Kohlenluft in die Glocke tritt, einen beträchtlichen Rauch wahrnimmt, welcher vom flüchtigen Laugensalze aufsteigt.

Aus dieser Anführung der Bemühungen des Hrn. Smeth sieht man leicht, daß er eine mittlere Meynung zwischen der Black'schen und Meyerschen anzunehmen gesucht hat, seine Lehre aber mit seinen eigenen Versuchen nicht immer übereinstimmt.

Ventilator.

D. Hales war auf die Meynung gekommen, daß der größte Theil der Schiffskrankheiten von der zwischen den Verdecken eingeschlossenen, durchs Athmen und Ausdünsten verdorbenen Luft herrühre. Dadurch ward er im Jahr 1741 veranlaßt, eine Maschine zu erfinden, durch welche man aus eingeschlossenen Räumen, z. B. Krankenzimmern, Hospitälern, auf Schiffen u. dergl. die verdorbene Luft hinwegschaffen, und durch frische Luft ersezen könne. Er gab derselben den Nahmen eines Ventilators, und laß die Beschreibung davon in einer Versammlung der königlichen Societät im May 1741 vor. Im November eben desselben Jahrs meldete der königl. schwedische Kapitain Martin Triewald dem Präsidenten der Societät zu London, Mortimer, daß er ebenfalls eine Maschine zur Erneuerung der Luft auf den Schiffen erfunden habe, welche in einer Stunde 36172 Cubikfuß Luft auspumpe. Dieser Maschine bediente man sich mit sehr gutem Erfolg auf den Schiffen der schwedischen Flotte und in Frankreich, wohin Triewald ein Modell derselben geschickt hatte. Beyde Erfindungen sind einander sehr ähnlich.

Des

Des Hales [q]) Ventilator besteht aus zwey hölzernen Kasten oder Parallelepipeden, deren jedes in der Mitte durch eine um ein Charnier bewegliche hölzerne Klappe getheilt ist. Diese Klappen sind an einer Seitenfläche des Kastens durch das Charnier befestigt, und stehen von den übrigen Seiten ringsum um $\frac{1}{20}$ Zoll ab. Sie sind durch eiserne Stangen an einem Hebel so befestigt, daß man durch Hin- und Herbewegen der Hebelstange, wie bey dem doppelten Druckwerke, abwechselnd eine Klappe um die andere erheben und wieder niederdrücken kann. An den Grundflächen jedes Kastens befinden sich vier Ventile. Zwey derselben öffnen sich nach innen, zwey nach außen. Jeder Kasten ist an der Stelle, wo sich die auslassenden Ventile befinden, mit einem vorliegenden kleinern Kasten oder Parallelepipedum verbunden, in welches man bewegliche Röhren einsetzen kann, um durch selbige die Luft dahin zu leiten, wo man sie nöthig hat.

Es ist leicht zu begreifen, daß man es durch diese Maschine in seiner Gewalt hat, ihrer verschiedenen Stellung gemäß entweder die verdorbene Luft auszupumpen, oder frische einzubringen. Im ersten Falle muß der Ventilator so stehen, daß seine einsaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden sind, das Ende der Röhre aber hinaus in die freye Luft geht. In dieser Stellung, welche D. Hales für die vortheilhafteste hält, konnte man mit einem doppelten Kasten in einer Stunde auf 25000 Tonnen Luft auspumpen, und die frische Luft gieng dagegen so unvermerkt ein, daß

q) Treatise on ventilators. Lond. 1743. 2 ed. II. Vol. 8. Description du ventilateur de M. *Hales*, trad. de l'angl. par *Demours*. Paris 1744. 8. Auszugsweise im Hamburg. Magaz. B. II. S. 25. f.

daß weder die Kranken, noch die Schlafenden im Zimmer einige Unbequemlichkeit empfanden. Doch bemerkt Hales, daß, wenn man recht reine Luft auf den Schiffen haben wolle, der Ventilator fast immer in Bewegung erhalten werden müsse. Um frische Luft einzublasen, müßte die Maschine außerhalb des Zimmers stehen, und die Leitröhren ins Zimmer geführt werden, wobey aber der entstehende Wind unbequem seyn würde. Hales sagt in seinem Werke noch viel lehrreiches über die Mittel, die Gesundheit auf den Schiffen zu erhalten, und giebt den Rath, seinen Ventilator zur Reinigung der Luft in Kohlenschächten, Pulvermagazinen u. d. gl., zum Trocknen des Getreides und Schießpulvers, imgleichen zur Einblasung von Dämpfen, welche die Würmer und Insekten tödten u. s. w. anzuwenden.

Da aber diese Maschine viel Raum einnimmt, und zu ihrer Bewegung eine beständige Arbeit erfordert wird, so ist ihr Gebrauch auf den Schiffen nicht allgemein geworden. Peter Wargentin [r]) bemerkt, es wäre wohl nichts natürlicher gewesen, als sogleich auf eine solche Einrichtung zu denken, wie sie täglich in Häusern und Wohnzimmern gebraucht wird. Die Schornsteine und Ofenröhren wären ja nichts anders, als eine Art von Zugröhren, die den Rauch abzuführen dienen, welcher sonst an den Orten bleiben würde, wo man Feuer macht. Jedermann wisse aus Erfahrung, daß die alte Luft zugleich aus dem Orte gebracht werde, und neue Luft von selbst durch Thüren, Fenster und andere Oeffnungen hineindringe.

Nach-

r) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XIX. S. 77. f. der deutsch. Uebers.

Nachdem man die Küche auf das oberste Verdeck des Schiffes versetzt habe, habe man, sagt Wargertin, nicht daran gedacht, daß das Feuer in ihr doch noch die Abwechselung der Luft unter dem Schiffe erhalten könnte, wenn man nur Röhren dazu gehörig einrichtete. Durch das geringste Nachdenken hätte man leicht finden können, daß Feuer oder Wärme, an das obere Ende einer Röhre angebracht, viel gewisser einen Zug erregt, als wenn es sich an dem untern Ende, wie bey Heerden und Oefen, befindet: denn im letzten Falle könne seine Wirkung von allen den erwähnten und noch mehr Umständen verhindert werden, aber im ersten könne der Zug unmöglich fehlen.

Der verstorbene Triewald habe selbst seit 1721 dieses Verfahren mit großem Vortheile angewandt, die ungesunde Luft aus einer englischen Steinkohlengrube zu ziehen. Er ließ nämlich ein Rohr von Holz machen, dessen eine Seite tief hinunter in den Schacht gieng; das obere Ende wurde oben am Tage in das Aschenloch eines Windofens eingemauert, der in einiger Entfernung vom Schachte von Ziegeln aufgeführt war. In den Ofen ward über das Aschenloch ein dichter eiserner Rost gelegt, auf welchem sich die Steinkohlen und das Feuer befanden. Nachdem dieses geschehen und der Luft aller Zugang zum Feuer verschlossen war, der durch das Rohr ausgenommen, entstand ein so starker Zug durch das Rohr, daß der Schacht, welcher 40 Lachter tief war, innerhalb einer Viertel Stunde von den schädlichen Wettern ganz befreiet ward.

Triewald nannte dieses seine glücklichste Erfindung, und ließ die Beschreibung davon in die Abhandl. der königl. Akad. der Wissenschaften für 1741 ein-

einrücken, eben das Jahr, da er seinen Ventilator bekannt machte.

Der Engländer Sutton machte von Triewalds Erfindung eine glückliche Anwendung auf die Schiffe; jedoch ist es unbekannt, ob Sutton für sich auf diesen Gedanken gekommen ist, oder ob er ihn von Triewald entlehnt habe. Er übergab seine neue Art, Abwechselung der Luft zu bekommen, im J. 1739 der englischen Admiralität; aber sie genehmigte sie nicht. Durch den Beytritt des D. Mead [a]) und einiger anderer Männer aber erhielt die Sache endlich eine ganz andere Gestalt, die Erfindung ward gebilligt, und ein königlicher Befehl ausgefertigt, daß alle Kriegsschiffe damit versehen werden sollten.

Suttons Einrichtung ist folgende: die Küchenheerde auf den englischen Kriegsschiffen haben zwey Boden, der obere ist ein eiserner Rost, auf den man Steinkohlen oder Holz legt, der untere ist eine Mauer, auf welche die Asche fällt. Wenn das Feuer angezündet ist, so verschließt man die obere Oeffnung mit einem ganz dichten Deckel, die untere wird offen gelassen, so daß das Feuer die nöthige Luft durch den Rost bekommen kann. Zwischen diesen beyden Boden ließ Sutton drey oder mehr kupferne Röhren setzen, so lang, als die Dicke der Mauer, und so weit, als die Höhe zwischen den Boden es gestattete. Diese Röhren gehen aus dem Ofen in ein luftdichtes Behältniß, das bey dem Heerde eingemauert ist, und von welchem andere Röhren hinunter durch das Verdeck gehen, und auf die bequemste Art in den Raum zum Pumpenplatze, oder wohin man sie unten im Schiffe haben will,

a) Philos. Transact. for 1741. n. 462. p. 42.

will, geleitet werden. Wird nun das Feuer unter den Pfannen angezündet, so verschließt man auch die untere Oeffnung, da alsdenn keine andere Luft zum Feuer kommen kann, als diejenige, welche aus dem Schiffe durch die Röhre gezogen wird, und diese steigt desto häufiger auf, je stärker das Feuer brennt, und je dichter die Oeffnungen verschlossen sind, daß keine Luft dadurch eindringen kann. Hieraus erhellt, daß solchergestalt ein Luftzug entstehen muß. Sobald die eingeschlossene Luft im Schiffsraume durch Röhren herausgezogen wird, dringt statt ihrer frische Luft von selbst und nach und nach durch alle Oeffnungen des Schiffs vermittelst des Drucks und der Elasticität der äußern Luft herein. So wird ein guter Luftwechsel im Schiffe unterhalten, ohne daß es jemanden Mühe oder Unbequemlichkeiten verursachte, so lange das Feuer auf dem Heerde brennt, welches doch ohnedem zum Kochen den größten Theil des Tages nöthig ist. Ja die Röhre zieht noch einige Stunden, nachdem das Feuer ausgegangen ist, so lange nämlich die Heerdmauer noch warm bleibt.

Im Jahr 1765 legte die Akademie der Wissenschaften in Schweden folgende Preisaufgabe vor: ob man nicht die Abwechselung der Luft auf Schiffen noch vortheilhafter, als wie Hales, Triewald und Sutton solches angegeben haben, erhalten könne? Jakob Ventura[t]) zu Venedig erhielt den Preis. Dieser bemerkt, daß, wenn man den Werth einer Maschine prüfen, oder mehrere Maschinen, die zu einer Absicht bestimmt sind, mit einander vergleichen wolle, man

t) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII, S. 217. der d. Ueb.

man folgende Umstände untersuchen müsse: 1. ob die Maschine den Dienst, zu dem man sie verlangt, vollkommen leistet, 2. ob sie einfach genug, und nicht allzukünstlich ist, 3. ob sie geringe Kosten zum Gebrauche und zur Ausführung erfordert, 4. ob ihr Gebrauch bequem ist, 5. sie wenig Raum einnimmt, 6. ihre Wirkung bald thut, 7. unter dem Gebrauche nicht so leicht in Unordnung kömmt, 8. nicht auf einige Art gefährlich ist, 9. ob sie dauerhaft ist, auch 10. zugleich zu mehrerem nützlichen Gebrauche dienen kann. Die Maschine, welche alle diese Absichten zugleich erfüllt, ist ohne Zweifel als die allervortheilhafteste anzusehen.

Ventura's erste Erfindung besteht aus drey Haupttheilen und drey Hülfstheilen. Die Haupttheile sind 1. ein hölzerner Kasten in zwey Plätze abgetheilt, 2. in 4 kleinen Luken, und 3. in zwey Bälgen. Die Hülfstheile sind 1. zwey Luftröhren, 2. zwey Rollen mit ihren Seilen, und 3. das äußere Behältniß selbst.

Der Kasten wird ganz dicht und einfach von Holz gemacht. Er ist 2½ geometrische Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, auch ohngefähr ¾ Fuß hoch. Alle seine gegenüberstehenden Seiten sind mit einander parallel. Ein Zwischenbalken theilt den Kasten inwendig der Länge nach in zwey Hälften, und ist am Boden befestigt. An den schmalen Seiten des Kastens macht man länglichte viereckte Oeffnungen. An der einen Seite ist die Oeffnung 9 Zoll lang und 6 Zoll breit, aber an der andern Seite 14 Zoll lang und 6 Zoll breit. Die erste dient für die Luken, wo die Luft ausgetrieben wird, und die andere für die, wo die Luft hineingeht. Auch sind die Luken länglicht viereckigt; die längern Seiten 10, die kürzern 8 Zoll. Sie machen mit dem Boden

einen

einen Winkel von 55 Grad. Jede dieser Luken besteht aus zwey Bretern so zusammen geleimt, daß die Fasern übers Kreuz liegen, damit sie sich bey Abwechselung der Witterung nicht krümmen.

Die Boden der Bälge sind auch länglicht viereckigt, die eine Seite 2 Fuß 4 Zoll, die andere 2 Fuß 2 Zoll. Die Falten werden von feinen Buchbinderspänen oder dünnen Bretern gemacht, die man mit messingenen oder eisernen Haken an einander befestigt, und mit dünnem Leder überzogen, wie man zu den Orgelbälgen braucht. Wenn sie aus einander gehen, oder in Unordnung kommen, so kann sie jeder mit ein wenig Tischlerleim zurechte bringen. Zu jedem Balge gehören ihrer so viele, als nöthig sind, daß der Balg etwa 2 Fuß erhoben werden kann und 20 Cubikfuß Luft enthält. Sie desto stärker zu machen, kann man sie mit Pergament überziehen. Jeder hat im Boden ein länglicht viereckigtes Loch, wodurch sie, jedes mit seiner Hälfte der Windlade, Gemeinschaft haben.

Die Windröhren sind cylindrisch von dichter Leinwand um hölzerne Reife genäht, einer geht in den andern, so daß die Röhren durch derselben Zusammenfügung nach Gefallen verlängert werden können. Damit sich die Luft nicht zwischen der Leinwand und den Näthen durchdränge, überstreicht man sie mit etwas Leim, Kleister u. d. gl. Auch kann man die Röhren von Leder machen, oder von Holz, oder andern Materien. Der Durchmesser der austreibenden Röhre ist 8 Zoll, und der, wo die Luft hineindringt, 11 Zoll, wenn sie cylindrisch sind, oder eben des Flächeninhalts, wenn sie eine andere Gestalt haben. Die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre muß ein gewisses Verhältniß zur Fläche des Bodens des Balges haben, so

 daß,

daß, je größer oder kleiner der Boden ist, desto größer oder kleiner die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre wird. Die Fläche des Bodens muß sich zur Fläche der Oeffnung verhalten, wie 728 : 98.

Die Rollen mit ihren Seilen dienen, die Bälge leicht zu erheben, deren Deckel mit vier Stricken zusammengebunden sind, damit einer zuschließt, indem sich der andere öffnet.

Die äußere Umkleidung ist dazu gemacht, theils die Maschine vor Beschädigungen von außen, vor Wasser, Staub u. s. w. zu verwahren, theils auch sie leichter fortzuschaffen.

Will man nun mit dieser Maschine verdorbene Luft aus einem Zimmer treiben, so setzt man sie hinein, und bringt nur die kleinere Röhre daran, welche die verdorbene Luft durch irgend ein Luftloch austreibt; statt deren dringt schon von selbst gute und gesunde Luft durch alle Oeffnungen des Zimmers hinein. Eben das kann auch geschehen, ohne daß man die Maschine ins Zimmer bringt, wenn man nur die ziehende Röhre hineinbringt, und die Pumpe außen bewegt, wodurch die schädliche Luft ausgezogen wird. Man kann also auf zweyerley Art frische und gute Luft hineinbringen, und treiben wohin man will. Will man in einem Zimmer die Luft nur in Bewegung setzen und dadurch verbessern, so setzt man die Pumpe hinein, und bewegt sie ohne Röhren.

Ventura führt an, daß mit Hülfe dieser Maschine in einer Minute 800 Cubikfuß Luft ausgepumpt werden, mithin in einer Stunde 48000, welches ohngefähr so viel beträgt, als der kubische Inhalt des Schiffs unter dem Verdeck, den man, wenn es leer ist, auf 50000 Cubikfuß rechnet.

Fer-

Ferner bemerkt er, daß diese Maschine auch zur Reinigung der Luft in Krankenhäusern, Gefängnissen, Gruben, und an andern Orten, wo Abwechselung der Luft nöthig ist, gebraucht werden könne; folglich habe diese Erfindung alle Vortheile, die man verlangen könne.

Endlich stellt er eine Vergleichung seiner Maschine mit denen von Hales und Triewald an, und zeigt auf vielfältige Art den Vorzug der seinigen.

Außerdem hat Ventura [u]) noch ein anderes Instrument zur Reinigung der Luft erfunden, welches auf eine vortheilhaftere Art durchs Feuer wirkt, als Sutton's Erfindung. Er nennt selbiges eine Aeripila, wegen der Aehnlichkeit mit Vitruvs Aeolipila.

Es ist ein rundes hohles Gefäß 10 Zoll im Durchmesser mit zwey offenen kurzen Röhren oder Hälsen, und zwey Aeuglein an der Seite, um einen gebogenen Drath, womit man das Gefäß halten kann, dadurch zu stecken. Man macht es von irgend einer Materie, die vom Feuer nicht verzehrt wird, als Thon, Eisen, Kupfer, oder einem andern Metalle, und etwas dick, damit es die Wärme desto länger behält, wenn es einmal erhitzt ist. Man kann es auch aus zwey Abschnitten einer Kugel zusammensetzen, davon der eine beym Rande wohl und dicht in den andern geht.

Diese Luftkugel besteht nur aus drey Theilen, dem Haupttheile, dem Gefäße selbst, und zwey Hülfstheilen, dem Griffe und den Röhren.

Der

u) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. p. 297. d. d. Uebers.

Der Gebrauch und Nutzen sind leicht einzusehen. Man setzt das Gefäß auf einen Dreyfuß, oder hängt es an dem Griff über oder an das Feuer, bey welcher Feuerstätte man will, so thut es seine Wirkung, Luft zu ziehen. Soll aus einem Orte ungesunde Luft gezogen werden, so setzt man so viele Röhren an das Rohr der Kugel zusammen, bis sie in diesen Platz reichen. Ist dann die Kugel selbst an einem offenen Platze, so braucht man die obere Röhre nicht; ist sie aber an einem verschlossenen Orte, so setzt man auch die obere Röhre an, und verlängert sie durch immer angesetzte Stücke, bis sie ein Fenster oder irgend eine andere Oeffnung in die freye Luft erreicht. Die Wärme in der Kugel verursacht alsdann einen starken Luftzug durch die Röhre, so daß die ungesunde Luft in kurzer Zeit hinausgeht.

Will man in ein Zimmer frische Luft schaffen, so verlängert man die untere Röhre der Kugel bis zu irgend einer Oeffnung in die freye Luft. Befindet sich die Kugel selbst in diesem Raume, oder geht die obere Röhre dahin, so wird der gewünschte Luftwechsel nicht fehlen, schneller oder langsamer, nachdem das Feuer stark und der Platz groß ist.

Hat man in verschiedenen Zimmern zugleich Luftwechsel nöthig, so fügt man an die Hauptröhre so viele Nebenröhren, als zu den verschiedenen Zimmern erfordert werden. Die Wirkung erfolgt allemal nach der Größe der Zimmer zusammengerechnet, und nach der Stärke des Feuers. Um das Brennholz zu ersparen, kann man sich hiezu vornämlich des Feuerheerdes bedienen, wo man kocht. Wird die Kugel in den Sonnenschein gesetzt, so verursacht sie auch einigen Zug, aber nicht so schnell. Verlangt man nur einen Umlauf und

eine Erfrischung in einem und demselben Zimmer; so setzt man die Luftkugel auf ein Kohlenbecken, und führt eine Röhre gegen die Decke, die andere gegen den Fußboden. Eben das läßt sich auch erhalten, wenn gleich das Feuer außer dem Zimmer ist, nur das beyder Röhren Enden dahin gehen.

Ventura glaubt, daß diese seine Erfindung alle diejenigen Vortheile hat, die man von einer Maschine verlangen kann; 1. leistet sie zulänglich gute und verlangte Wirkung auf Schiffen und anderswo, 2. kann eine Maschine kaum einfacher seyn, als diese, 3. kostet sie wenig, 4. beym Gebrauche werden wenige Kosten erfordert, weil allerley Brennholz dazu taugt, und man, ohne besondere Feurung, den Küchenheerd dazu brauchen kann, wo doch ohnedem meistens Feuer gehalten wird; 5. nachdem die Kugel einmal aufgestellt worden ist, braucht man nicht weiter auf sie Acht zu geben, oder Mühe an sie zu wenden, sondern sie thut ihren Dienst von selbst, 6. kann keine andere Maschine zu eben diesem Gebrauche weniger Raum einnehmen, 7. ihrer einfachen Einrichtung wegen wird sie nicht leicht in Unordnung kommen, und wenn sich solches ereignet, ist ihr Fehler leicht zu verbessern, 8. es ist keine Gefahr bey ihr; denn da kein Feuer in die Kugel kommt, kann auch keins durch die Röhren fallen, 9. wenn die Kugel von Metall gemacht wird, hält sie so lange, als Metall dauert; und endlich 10. läßt sich diese Vorrichtung mit Nutzen brauchen, nicht nur Luftwechsel auf Schiffen zu erhalten, sondern auch in Gruben, Kellern und Wohnzimmern, wo man es nur verlangt. Wohnzimmer lassen sich auch auf diese Art ohne besondere Feurung erwärmen, denn wenn die Kugel warm ist, giebt sie allemal warme Luft von sich, wenn die obere Röhre nicht gar zu lang ist.

Endlich vergleicht Ventura seine Erfindung mit der des Sutton, und findet sie in vielen Rücksichten zu der Absicht weit vortheilhafter als die des letztern, und bemerkt, daß es vortheilhaft seyn könne, auf großen Schiffen, welche lange Reisen thun sollen, seine beyden Erfindungen mit sich zu führen, um jede nach Umständen zu gebrauchen.

Als die königliche schwedische Akademie der Wissenschaften die Preisfrage, wie auf eine vortheilhaftere Art Luftwechsel auf den Schiffen zu erhalten wäre, aufgab, kam Carl Wilcke x) auf eine Erfindung, die er damals weder vollkommener machte, noch überreichte; er bemerkt aber, sie sey so einfach, von so sicherer Wirkung, geringen Kosten, und leichtem Gebrauche, daß sie doch nicht verdiente, in Vergessenheit zu kommen.

Wenn man eine hohle Glocke, Tonne, Trichter, oder was für ein hohles Gefäß man will, mit der Oeffnung ins Wasser steckt, so wird die Luft darin eingesperrt und, indem man es, wie die Täucherglocke, niedersenkt, zusammengedruckt nach Verhältniß der Höhe des Wassers über dem Gefäße. Macht man oben in diesem Gefäße eine Oeffnung, so fährt die eingeschlossene Luft da heraus mit einer Stärke und Geschwindigkeit, welche der Höhe des Wassers gemäß ist, und das Gefäß wird mit Wasser erfüllt. Verschließt man diese Oeffnung wieder, und zieht das Gefäß nun aus dem Wasser heraus, so erhebt sich, wegen des Drucks der Atmosphäre auf das umliegende Wasser, alles Wasser mit, das in das Gefäß getreten war, und

x) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXII. S. 3. d. deuts. Uebers.

und wiegt mit dem Gefäße. Macht man nun die Oeffnung wieder auf, so fällt dieses Wasser nieder, und die Luft dringt mit einer Geschwindigkeit hinunter, welche der Wassersäule gemäß ist. Hat das Gefäß zwey Oeffnungen, die mit Ventilen versehen sind, von welchen das eine sich einwärts, das andere sich auswärts öffnet, so werden diese Ventile, nachdem man das Gefäß über die Wasserfläche erhebt oder niedersenkt, abwechselnd sich öffnen und schließen, und so wird in dem Gefäße ein Luftwechsel entstehen, den man durch Anbringung dienlicher Röhren leiten kann wohin man will, wie ein darnach eingerichtetes Modell am besten zeigt.

Ein cylindrisches Wassergefäß steht auf einem Fuße, von dem zwey Säulen aufwärts stehen, und ein Querbret tragen. Durch dieses Querbret geht eine Luftröhre nieder, die sich oben in eine Querröhre öffnet, worin zwey Ventile sind; beyde öffnen sich nach einer Seite.

Der Hals der Glocke selbst paßt genau um die niederwärts gehende Röhre; er ist mit Wolle, Tuch, Frieß oder Leder gefüttert, und kann also leicht an ihr auf und nieder geschoben werden, ohne daß allzuviel Luft zwischen durch geht. An der Querröhre Enden befestigt man lange Luftröhren, die nach Ventura's Art gemacht sind, und leitet solche wohin man will.

Füllt man nun das cylindrische Gefäß mit Wasser, und schiebt die Glocke vermittelst eines Griffs darin auf und nieder: so dringt die Luft beym Erheben durch das eine Ventil hinein, und wird beym Niedersenken durch das andere Ventil hinausgetrieben. Solchergestalt wird allemal so viel Luft gewechselt als die Glocke enthält. Diese Vorrichtung kann im Klei-

nen an jedes Gefäß, das man bey der Hand hat, angebracht werden. Im Großen läßt sie sich auf Schiffen mit noch weniger Umständen auf folgende Art bewerkstelligen.

Die Glocke wird in Gestalt eines großen Sacks von dichtem Seegeltuche gemacht; wenn dieses naß wird, so hält es Luft genug zu gegenwärtiger Absicht. Der Sack, welcher an einem Ende offen ist, wird wie ein Fischbeinrock über einige Reifen gespannt, die ihn hindern, von dem geringen Drucke der Luft, welcher den leichten und großen Ventilen gemäß ist, zusammen zu fallen; am untern Ende beschwert man ihn mit Bley, daß er schnell genug im Wasser sinkt. Oben wird er doppelt gemacht und mit eingenähten Schnüren verstärkt. Mitten an ihm wird eine Hülse von Kupfer befestigt, die man mit Boy, Frieß, Hutfilz u. dergl. füttert, damit sie an der Luftröhre leicht auf und nieder geht. Das übrige ist einerley mit dem Modelle, welches der königlichen Akademie übergeben ward, wenn man nicht um leichterer Bewerkstelligung willen die niedergehende Röhre von Leder, wie einen Puderquast, mit eingesetzten Ringen machen will. Zum Gestelle der ganzen Maschine wird ein Stock oder Balken vom Schiffe herausgelegt, darin die Querröhre mit den Ventilen befestigt wird. Dieser Balken hat zwey Rollen, über welche Seile ins Schiff hinein geleitet werden. Ein einziger Mann zieht diese Seile, wenn der Sack über Bord ins Seewasser hinabhängt, und die Leitröhren werden, wohin man will, geführt, können auch leicht an beständige innerhalb des Schiffs befestigte Röhren angebracht werden.

Die Vortheile dieser Maschine sind nach Wilke folgende: 1. kann jeder Seemann, der sie nur kennt, sie leicht verfertigen, einrichten und brauchen, 2. kostet

stet sie in Vergleichung mit allen übrigen sehr wenig, 3. kann sie größer gemacht werden, und folglich schneller wirken, als irgend eine andere, 4. nimmt sie sowohl beym Gebrauche, als außer demselben keinen Raum im Schiffe ein, 5. erfordert sie wenig Kraft, ein Mann kann sie regieren, 6. giebt sie zwischen den Wendekreisen, wo eine heiße stillstehende Luft die Seefahrenden ängstet, die beste kühlende erfrischende Luft, die man daselbst nur haben kann, u. s. w. Sollte sie, wenn die See zu stark geht, unbrauchbar seyn, so hat sie das mit allen übrigen gemein. Aber da wir jetzt wüßten, daß Schiffe ohne alle Reinigung der Luft lange Reisen thun, so scheine es, sie werde nicht öfter nöthig seyn, als wenn man ihre Vorrichtung bewerkstelligen könne.

Viertes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer.

Wesen des Feuers.

Der P. Castel hatte mit Andern behauptet, daß das Feuer eine ponderable Materie von eigener Natur sey, und daher eine Schwere besitze. Unter andern glaubte er dieß aus der Erfahrung schließen zu dürfen, daß das Feuer brennender Kohlen oben verlösche, und sich mehr hinunterwärts ziehe, da es im Gegentheil nie von unten herauf in die Höhe komme. Ja er war sogar der Meynung, daß das Feuer die schwerste Materie unter allen Substanzen einer Sphä-

re sey. Ein ungenannter englischer Gelehrter [y]) sucht diese Meynung, daß das Feuer schwer sey, zu widerlegen; er sagt, sie sey nicht allein aller Erfahrung entgegen, sondern sie beleidige auch die Vernunft. Nach ihm ist das Feuer bloß ein Zustand entzündeter Körper; wie könnte man aber einem Zustande eine Schwere beylegen? Die Erfahrung des P. Castel, daß sich das Feuer herabwärts ziehe, lasse keinesweges die Folge zu, welche er daraus zieht; man könne daraus nichts weiter schließen, als: das Feuer gehe auch nach unten hin aus Ursachen, welche uns noch unbekannt wären. Sobald glühende Kohlen angeblasen würden, schlüge die Flamme, oder ihr Feuer, allemal aufwärts; würden sie aber nicht angefacht, so bliebe das Feuer mit der Substanz der Kohle verbunden, und bilde keine Flamme mehr; diese sey flüchtig, jenes Feuer hingegen nicht, welches vielmehr dem Körper adhärent sey, wie es der Zustand desselben erfordere. Das Feuer sey bloß das Princip der Flamme, und die Flamme eine Produktion dieses Princips von derselben Natur. Man habe daher Grund genug zu glauben, daß beyde, das Feuer und die Wärme, aufwärts stiegen, und zwar so lange, als es ihnen möglich wäre.

Außerdem führt er noch folgende Beobachtung an, durch welche er die Meynung, daß das Feuer schwer sey, zu widerlegen glaubt: er nahm ein glimmendes Stück Holz, brachte die Hand in einer Entfernung von drey Zoll senkrecht unter selbiges, und bemerkte den Wärmegrad; nachher hielt er auch die Hand

y) Lettres critiques écrites d'Angleterre au R. P. *Castel*, sur trois articles importans et surprenans de son nouveau systême de la pesenteur universelle, par le Chevalier *** im Journal de savans. T. LXXVIII. Juillet.

Hand senkrecht über selbiges in der nämlichen Entfernung, und fand wenigstens, daß die Wärme unterwärts nicht größer als oberwärts war, vielmehr glaubte er sie oberwärts größer gefunden zu haben. Wenn also die Wärme nach unten und oben sich auf eine gleichförmige Art verbreite, wie könnte, fragt er, das Feuer sinken? Denn wenn es herabfiele, so müßte nothwendig folgen, daß man nach unten eine größere Wärme empfinden müßte, als nach oben. Er schließt vielmehr, daß sich das Feuer nach allen Seiten mit gleicher Stärke verbreite.

Nieuwentyt [z]) führt mehrere Ursachen an, welche es glaublich machen sollen, daß das Feuer eine Materie von eigener Beschaffenheit sey, ob es gleich nicht immer brenne.

Die erste Ursache leitet er vom Brennen des Holzes und des Torfes her. Es befänden sich nämlich die Feuertheilchen im Holze und im Torfe, welche beym Verbrennen desselben entwichen, und der Rückstand, oder die Asche, wäre bloß eine der Feuertheilchen beraubte Substanz, welcher also nie brennen könnte.

Die andere Ursache setzt er in die schnelle Bewegung der Körper an einander, wodurch Hitze und endlich Feuer erzeugt wird. Wenn nun, sagt er, hierbey keine besondere Materie im Spiele wäre, so ließe es sich nicht einsehen, warum das Wasser, dessen Theile an einander aufs heftigste bewegt würden, nicht erhitzt, sondern vielmehr erkältet werde. Indessen sey die

z) Observations curieuses sur toutes les parties de la physique, extraites des meilleurs auteurs. T. III. à Paris 1730. 12.

die Luft zur Unterhaltung des Feuers so nothwendig, daß es ohne sie gar nicht statt haben könne. Seiner Meynung nach dienen aber nicht alle Theile der Luft, sondern nur einige hiezu. Da das Feuer durch einige Körper mehr als durch andere unterhalten werde, so sey es sehr wahrscheinlich, daß es eine Materie von eigener Art sey. Nieuwentyt sucht dieß durch eine Erfahrung zu beweisen, welche er mit einem Lichte gemacht hat; er brachte nämlich selbiges in eine Bouteille, und bließ Luft mit dem Munde hinein. Er bemerkte, daß es etwa 10 Minuten fortbrannte, wenn die eingeblasene Luft einige Zeit in der Lunge gewesen war; dagegen brannte es viel länger, wenn die eingeblasene Luft nicht aus der Lunge kam, sondern bloß aus der atmosphärischen Luft vom Munde eingesogen war. Nieuwentyt schließt hieraus, daß die Luft in der Lunge die Eigenschaft zur Unterhaltung der Flamme verliert; daß eine und dieselbe Luftart zur Respiration und zur Flamme nothwendig sey, und daß bloß gewisse Theile derselben zur Unterhaltung des Feuers dienlich seyen.

Die dritte Ursache sucht er in den Wirkungen des Feuers auf die Körper, welche den Wirkungen des Wassers und der Luft ähnlich zu seyn scheinen. So wirke das Feuer auf die Körper eben so, wie das Wasser auf das Salz, und das Scheidewasser auf Eisen. Man könne es daher als ein Auflösungsmittel der Körper ansehen.

Der Abt Nollet[a]) bemerkt, daß es noch unbekannt sey, ob das Feuer eine einfache und unveränderliche Materie sey, oder ob sein Wesen in einer bloßen

a) Leçons de physique experim. T. IV. ed. 12. leç. XII.

ßen Bewegung, oder in der Gährung der brennbaren Theile bestehe. Er ist überzeugt, daß es eine Materie, ein Princip des Feuers, gebe, welches eine und die nämliche Materie ist, welche brennt und erleuchtet; mit einem Worte er hält das Feuer und das Licht für eine und dieselbe Substanz, die bloß auf verschiedene Art modificirt sey.

Wenn man die Natur des Feuers näher untersuche, so finde man, daß es nicht in einer innern Bewegung der erhitzten Theile bestehen könne; denn alle Bewegung lasse nach, indem sie sich in einen größern Theil der Materie verbreite, das Feuer aber theile sich mit Zuwachs mit. Es müsse also eine von den brennbaren Theilen ganz unabhängige Ursache geben, welche die anfängliche Flamme vermehre, oder eine andere Ursache, welche durch ihre eigene Wirkung freyer und thätiger werde.

Das Feuer sey in Rücksicht der innern Beschaffenheit eine wahre Materie, weil es alle wesentliche Eigenschaften derselben besitze, die Dichtigkeit und Ausdehnbarkeit; es sey beweglich und wahrscheinlich auch schwer wie alle andere Körper; seine Natur sey beständig und unveränderlich. Das Elementarfeuer müßte als ein solches flüssiges Wesen betrachtet werden, welches nie aufhöre zu seyn, und den Grund aller Flüssigkeit in sich enthalte.

Von allen flüssigen Körpern, die wir kennten, gebe es keinen einzigen, dessen Theile so fein und zart wären, als die des Feuers. Die größten Massen, die dichtesten und festesten Körper erwärme es, und durchdringe sie nach und nach; es müßten daher die Feuertheilchen äußerst fest seyn, weil ihnen nichts widerstehe.

Das

Das bewundernswürdigste dieses Elements, welches alles körperliche zertheile und zernichte, sey dieß, daß es allenthalben anzutreffen sey, und sich thätig erweise; nichts beweise seine allgemeine Gegenwart besser, als die Erscheinungen der Elektricität. Man könne sagen, daß die elektrische Materie und die Materie des Feuers wesentlich mit einander zusammenstimmten.

Eine Menge anderer Physiker war noch mit Cartesius der Meynung, daß das Feuer in der heftigsten Bewegung der Wirbel des ersten Elements bestehe, welche den Oeltheilchen, die in den verbrennlichen Körpern enthalten sind, eine starke Erschütterung mittheilen. Diese erschütterten Oeltheilchen verjagen die körperlichen Theile durchs Feuer in derselben Zeit, da sie in den Wirbeln des zweyten Elements Schwingungen hervorbringen, und daher entstehen Hitze und Licht, welche die vornehmsten Eigenschaften sind, woran man das Feuer erkennt.

Inzwischen hatte Stahls Lehre vom Phlogiston unter den Chemikern großen Beyfall gefunden. Ihre Begriffe vom Phlogiston waren aber ungemein verschieden. Boerhaave unterschied das Feuer, als eine Materie von eigener Art, von dem Phlogiston. Macquer[b]) sieht mit vielen andern Chemikern die Lichtmaterie als das reine elementarische Feuer an. Sobald aber diese ein Bestandtheil der Körper selbst geworden ist, bekommt sie bey ihm den Namen des Brennbaren oder des fixen Feuers, und die Wärme besteht in einer heftigen durch Erschütterung erzeugten Bewegung aller gleichartigen und ungleichartigen, besonders aber der brennbaren Theile, die einen Körper ausmachen. Nach seiner Meynung ist das Feuer eine sehr

b) Chemisches Wörterbuch. Art. Feuer.

sehr zarte Materie, von unendlich feinen und kleinen Theilchen, die gar keinen Zusammenhang unter einander haben, und durch eine immerwährende reissende Bewegung getrieben werden. Daher ist es stets flüssig, ja sogar die einzige Ursache aller Flüssigkeit auch in andern Körpern. Hierauf untersucht er, ob Wärme und Licht von einer einzigen oder von verschiedenen Substanzen herrühren. Daß das Licht eine eigene Substanz sey, hält er für entschieden, da man dessen Bewegung und Geschwindigkeit kenne, auch seine Richtung zu ändern, es zu sammlen, zu zerstreuen, in die Zusammensetzung der Körper zu bringen und daraus wieder zu scheiden vermögend sey. Die Wärme hingegen scheint ihm ein bloßer Zustand zu seyn, dessen jede materielle Substanz fähig ist, ohne daß sie dadurch aufhört, das zu seyn, was sie ist; daher er sie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun das Licht, wie die Brenngläser erweisen, Wärme erregt, auch in den meisten Fällen die Wärme, wofern sie nur stark genug ist, Licht hervorbringt, so trägt er kein Bedenken, beyde Wirkungen einer und derselben Substanz zuzuschreiben. Die verbrennlichen Körper besitzen die Eigenschaft, wenn sie durch die Wärme bis zum Glühen gebracht sind, alle Erscheinungen und Wirkungen des Feuers selbst hervorzubringen, so lange, bis alles Licht, welches in ihrer Mischung war, daraus gänzlich entbunden ist. Daher giebt es drey Arten, das Feuer hervorzubringen, deren man sich in der Chemie und den Künsten bedienen kann, nämlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Materien. Das Licht wirkt auf die Körper, als Feuerwesen, bloß alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, die es in

dieser Absicht thut, lassen sich auf eine einzige, auf Ausdehnung zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht sie sichtbar, und wirkt als Licht; das in sie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obgleich beydes eine und eben dieselbe Materie ist.

Indessen hat man schon längst behauptet, daß die Verkalkung eine Beraubung des Phlogistons sey. Da nun die Metallkalke einen beträchtlichen Zuwachs am Gewichte erhalten, die Calcination des Kalksteins aber demselben eine große Verminderung am Gewichte ertheilt, so schien es Einigen widersprechend, daß beym Verluste des Phlogistons dem Kalke mehr Feuertheile beytreten sollten, und die Sache blieb bey einer Menge darüber aufgestellter Hypothesen immer ein unerforschliches Räthsel c). Johann Friedrich Meyer d) glaubte dieß durch seine angenommene fette Säure aufzulösen. Er unterscheidet nämlich die erste reinste Materie des Feuers, die fette Säure, und das Phlogiston von einander. Die reinste elementarische Feuermaterie ist nach ihm das Licht. Aus ihr und einem übrigens noch unbekannten sauren Salzwesen läßt er die fette Säure entstehen, welche bey jeder Verbrennung und Verkalkung in Bewegung gesetzt werden, und die Materie des gemeinen Küchenfeuers ausmachen soll. Das Phlogiston besteht nach seiner Meynung aus dem Lichte, der fetten Säure, Erde

c) Diss. sur la cause de l'augmentation de poids, qui certaines matières acquièrent dans leurs calcination par le *P. Béraud.* à la Haye 1748. 8. *Vogel* progr. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcinat. examinat. Gotting. 1753. 4.

d) Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalks. Hannov. und Leipz. 1764. 8.

de und Wasser, und wird von ihm nicht als ein besonderes Princip, sondern vielmehr als eine Zusammensetzungsart angesehen, welche in jedem Körper, der brennen soll, vorhanden seyn muß.

Pott e) setzt die Natur des Feuers in die genaue Vermischung und Bewegung des Lichtwesens mit einer zarten brennlichen Erde, die er auch das Feuerwesen des Phlogistons, oder gemeines reines Feuer nennt.

Die ältern Physiker haben fast durchgängig das Feuer mit der Flamme selbst verwechselt, und für eine einfache elementarische Substanz gehalten. Newton aber nahm die Flamme für einen entzündeten und glühenden Dampf an, oder für eine Sammlung der aus den brennenden Körpern aufsteigenden Dämpfe, welche durch die Hitze entzündet werden. Eben dieser Meynung sind auch viele Andere, welche das Feuer als eine besondere Materie ansahen, als Boerhaave, Mußchenbroek, Macquer und Nollet. Letzterer erklärt selbst hieraus die kegelförmige Gestalt der Flamme. Ohne äußere Gegenwirkung nämlich würden sich die Dämpfe, mithin auch die glühenden, kugelförmig verbreiten. Sie sind aber mit Luft umgeben, in welcher sie nach hydrostatischen Gesetzen geradlinicht in die Höhe steigen, und da sie in einem beständigen Strome fortgehen, so muß sich hierdurch die sphärische Gestalt in eine cylindrische verwandeln. Nun gehen die Dämpfe viel weiter hinaus, als wir die Flamme sehen; sie glühen nur nicht mehr, weil die umgebende Luft sie zu sehr erkältet. Diese Erkältung

e) Vom Licht und Feuer, in dessen Lithogeognosie. Th. I. S. 66. 70.

tung fängt an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühehitze am längsten behält; daher müssen die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöschen, und die kreisförmige Gränze derselben muß sich immer weiter gegen die Axe zusammenziehen, woraus natürlich die kegelförmige Gestalt entsteht.

Stahl [f]) hat zuerst bemerkt und erwiesen, daß die Flamme wässerige Theile enthalte, und behauptet, daß Körper, die kein Wasser in sich haben, auch keine Flamme geben, wenn sie nicht Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen können, oder mit Wasser, das aber in sehr feine Theile oder Dämpfe zertrennt seyn müßte, versehen werden. So geben nach ihm die Kohlen und der Zink eine Flamme, indem sie von aussen her Feuchtigkeit an sich ziehen. Eben dieß hat Pott durch neue Versuche zu bestätigen gesucht; daher ist er der Meynung, daß Wasser oder feuchte Luft, welches zu dem in Bewegung gesetzten Phlogiston hinzukommt, mit diesem die Flamme hervorbringt.

Auf das Jahr 1738 hatte die Akademie der Wissenschaften zu Paris die Preisfrage über die Natur und Fortpflanzung des Feuers aufgegeben. Der Preis wurde unter Euler, Lozeran de Fiese und de Crequy vertheilt. Euler [g]) nennt die Flamme einen mit der subtilen Feuermaterie erfüllten Raum, und da nach seiner Hypothese diese Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer besteht, mit Gewalt zerstreut werden würde, so soll der Aether wiederum die-

f) Experimenta, observat. et animadv. CCC. Berol. 1731. 8 § 81.

g) Diss. de igne §. 24. im Recueil des pièces, qui ont remportés le prix de l'Acad. roy. an. 1738.

diejenige Substanz seyn, die durch ihre Elasticität diese Materie in Gestalt der Flamme zusammenhält, und durch deren beständige Erschütterung das Licht entsteht. Nach Lozeran de Fiesc[h]) ist Flamme, Feuer und Rauch alles einerley; sie bestehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft, Aether, und sind insgemein mit sehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wässerigten, erdigten und metallischen Theilen vermischt. Im Rauche ist nur die Bewegung nicht so schnell, als in der Flamme oder dem Feuer. De Crequy[i]) erklärt Flamme und Feuer für die Auflösung der Körper durch den doppelten Strom einer unsichtbaren Materie, die ihre Bewegung den Körpern mittheilt, so oft sich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper.

Es war längst bekannt, daß bey der Erzeugung des Feuers und bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper als nothwendige Bedingung vorausgesetzt werden müsse, daß hiebey ein freyer Zutritt der atmosphärischen Luft erfordert werde. Allein es war noch gänzlich unbekannt, wie sie hiebey wirke. Man sahe sie bloß als ein Mittel an, das die wässerigten Theile der Flamme auflöse und fortführe, oder durch seinen mechanischen Druck die Theile der Flamme selbst zusammenhalte, ob man gleich deutlich wahrgenommen hatte, daß das Volumen der Luft, worin die Körper verbrennen, eine Verminderung erleidet.

Die

h) Discours sur la propagation du feu. ebendas.

i) Explication de la nature du feu. ebendas.

Die bekannte Erscheinung, mittelst des Stahls und Steins Feuer zu erhalten, hatte bereits der Freyherr von Wolf ziemlich glücklich untersucht (Th. III. S. 274). Allein es blieben hiebey doch noch Umstände zurück, welche damals ganz unerklärbar waren. Der berühmte Chemiker, Kemp de Kerkwyk, richtete daher von neuem seine Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung, und legte den Physikern und Chemikern folgendes Problem zur Auflösung vor:

Wenn man den Stahl gegen einen Feuerstein schlägt, die daraus entstehenden Funken auf einem weißen Papier auffängt, und sie nachher durch ein Mikroskop betrachtet, so wird man finden, daß ein großer Theil vom Stahl geschmolzen oder verglaset ist, so daß ihn der Magnet nicht mehr anzieht. Er verlange daher, zu bestimmen:

1. Welcher von beyden Körpern, der Stahl oder der Stein, diese Wirkung hervorbringe?
2. Was für eine Substanz vorzüglich mit im Spiele sey?
3. Wie sie wirke oder wirken müsse, um diese Erscheinung hervorzubringen?
4. Warum bey der Anwendung des Eisens statt des Stahls sich sehr wenige, oder beynahe gar keine Funken zeigen?

Der Herr von Reaumur [k]) führt an, daß Musschenbroek dieses Problem an du Fay gesandt habe, um es ihm aufgelößt zu übergeben, wobey er zugleich bemerkt habe, daß er es schon seit län-

k) Sus les etincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou, in den Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris an. 1736.

länger als einem Jahre der Societät zu London mitgetheilt hätte. Da aber noch kein einziger von allen den geschickten Männern, welchen man es vorgelegt habe, dasselbe aufgelöst hätten, so habe man wohl Grund zu glauben, daß diese vorgelegten Fragen sehr schwer wären. Von Reaumur entschloß sich zwar, Erörterungen dieser Fragen beyzubringen; allein er getraue sich doch nicht, bemerkt er, dieß Problem mit derjenigen Bestimmtheit aufzulösen, als es vielleicht die Herren Musschenbroek und Kemp verlangten.

Hier sey der Ort nicht, sagt von Reaumur, zu erklären, wie der Schlag eines Stahlstücks von einer schicklichen Form wider einen Stein Feuer hervorbringe, wie sich so schnell die Feuermaterie entzünde, die in dem einen oder dem andern dieser Körper, oder in beyden, sich befinde. Dieß zu unternehmen, würde zu weit führen, indem man nothwendig zuerst die Natur des Feuers untersuchen müßte, und wie sich Körper gegen einander gerieben erwärmen und einige zuletzt hievon in wirkliche Flamme ausbrechen könnten. Man müsse daher voraussetzen, ohne das Wie zu untersuchen, daß der Schlag des Stahls gegen den Stein Feuer erzeuge, und daß sich sehr kleine Stahlstückchen losreißen, welche die Funken geben. Nach dem Herrn von Reaumur beruht das Wesentliche des von Herrn Kemp vorgelegten Problems bloß auf folgende Untersuchung: wie das Eisen, welches sonst zum Schmelzen ein ungemein starkes Feuer erfordere, beym Schlagen an einem Steine nicht allein im Augenblicke geschmolzen, sondern sogar verkalkt werde? Um nun hievon die Erklärung zu geben, kommt es nach Reaumur auf die Erörterung folgender Fragen an: 1. warum in dem

erwähnten Falle das Eisen sogleich in Schlacke verwandelt werde, 2. wie es in diese verwandelt werden könne, 3. wie es sich nicht allein in Schlacke umändere, sondern wie es auch geschmolzen werde, und 4. warum das Schlagen des Stahls gegen den Stein mehr Funken gebe, als das des Eisens gegen denselben.

Wir wüßten, daß das Eisen eine große Menge Feuermaterie enthalte, und daß es bloß deßwegen streckbar wäre, weil es eine hinreichende Menge von dieser Materie eingesogen habe; sobald es derselben beraubt werde, werde es zerbrechlich, zerreiblich, und verwandle sich in eine Art von glasförmiger Substanz. In Rücksicht des vorgelegten Problems sey es merkwürdig, daß diese Feuermaterie vom Eisen sehr leicht entweiche, wenn es im offenen Feuer erhitzt werde, zu welchem ein freyer Zugang der Luft allenthalben statt findet. In einem ähnlichen Feuer könne man einen Eisenstab nicht so weit erhitzen, als zum Zusammenschmieden nöthig wäre, ohne die äußere Rinde des Eisenstabes in eine zerbrechliche Materie, in Schlacke, zu verwandeln. Vermittelst der Schläge auf dem Ambosse sprängen sehr zerbrechliche schuppige Theilchen vom Eisen nach allen Seiten hin, wo es geschmiedet werde. Die Schmiedemeister nennten diese schuppige Theilchen ganz eigentlich verbranntes Eisen (fer brulé). Eine genaue Vorstellung dieser Erscheinung gebe ein großes Stück Holz, das man aufs Feuer gelegt habe. Die erstere Oberfläche desselben verwandle sich in Asche, die andere in Kohle, indem der innere Theil immer noch Holz bliebe; dieß nämliche wiederfahre auch dem Eisen.

Hieraus folge, daß ein sehr dünnes Stückchen Eisen sehr leicht verbrannt und in Schlacke verwandelt

delt werden könne. Ein Eisenblech, welches eine Dicke von zwey Eisenkrusten, die sich vom erhitzten Eisen in Gestalt von schuppigen Theilen loßrissen, besäße, würde sich eben so bey der nämlichen Hitze durchaus in Schlacke umändern. Wenn daher das Stück Eisen so klein wäre, daß es kaum sichtbar ist, so würde bloß ein Augenblick Zeit erforderlich seyn, um es in Schlacke zu verwandeln. Daß man nur einen Augenblick Zeit nöthig habe, um ein Eisen- oder Stahlkörnchen in Schlacke zu verwandeln, lasse sich unter andern Erfahrungen durch folgende erweisen. Wenn man mittelst einer naß gemachten Spitze einer Nadel ein äußerst feines Stahlfeilenstäubchen aufhebt, und solches in die Flamme einer Wachskerze bringt, so wird in sehr kurzer Zeit derjenige Theil der Nadel, welcher außerhalb der Flamme sich befindet, die Farbe bis zum roth werden annehmen, und sobald diese Farbe an der Spitze der Nadel sich zeigt, wird auch das Stahlstäubchen roth oder weiß glühen. Zieht man alsdann die Nadel aus der Flamme zurück, so wird das Stahlstäubchen viel größer erscheinen, gerade so wie Eisenschlacke, und sich wie diese sehr leicht zu Pulver zerreiben lassen.

Es ist daher gewiß, sagt Reaumur, daß ein einziger Augenblick hinreichend ist, die Feuermaterie eines sehr feinen Eisentheilchens anzufachen. Sobald also durch den Schlag des Stahls gegen den Stein äußerst feine Stahltheilchen losgerissen werden, so verwandeln sich diese während der Zeit des Schlags in Schlacken. Wenn der Stoß eines Stück Holzes gegen einen Stein Holzfasern trennte und in Flamme brächte, so würden auch diese sogleich in Asche verwandelt werden.

Warum aber der Schlag des Stahls gegen den Stein weit mehr Funken, als der des Eisens gegen denselben Stein hervorbringt, erklärt de Reaumur aus der verschiedenen Menge der brennbaren Materie, welche der Stahl und das Eisen enthält; ersterer hat nämlich eine größere Menge, als dieses, und sie ist auch darin viel gleichförmiger vertheilt, als im Eisen. Auch erklärt er daraus, warum ungehärteter Stahl beym Schlage nicht so viel Funken giebt, als gehärteter.

Seine Erklärung ist also kürzlich diese: das Eisen und der Stahl sind von einer brennbaren Materie durchdrungen, welcher sie ihre Zähigkeit zu verdanken haben; sobald sie dieß Brennbare verlohren haben, werden sie zerreiblich, und sind in Schlacken verwandelt. Zur Entzündung dieser brennbaren Materie in sehr kleinen Eisen- oder Stahltheilchen wird bloß ein Augenblick erfordert, oder eine geringere Zeit, als zur Entzündung eines Holzsägespans nöthig ist. Wenn die brennbare Materie eines sehr kleinen Stahlkörnchens geschwind genug entzündet ist, so ist sie zur Schmelzung desselben hinreichend. Auf solche Art werden die durch den Schlag loßgerissenen Stahltheilchen plötzlich entzündet. Der Stein selbst hilft vielleicht durch die brennbare Materie, die er im Augenblicke des Schlags hergiebt, derjenigen zur schnellen Entzündung, welche dem Stahltheilchen eigen ist. Das Stahlkörnchen formt sich, nachdem es geschmolzen ist, in eine kugelförmige Gestalt während des Schlags, welche schwammartig und zerbrechlich wird, weil seine brennbare Materie verbrannt ist; der Augenblick, in welchem dieß erfolgt, ist zur Verbrennung dieses Stahltheilchens in freyer Luft zureichend. Endlich muß der viel härtere Stahl, welcher eine grö-

ßere

ßere Menge brennbarer Materie eingesogen und viel gleichförmiger vertheilt hat, durch den Schlag gegen den Stein eine größere Menge Funken liefern, als das Eisen.

Was die merkwürdige Erscheinung, die Selbstentzündung verschiedener unter sich gemischter Materien, betrifft, so beklagte sich noch der Freyherr von Wolf, daß die Chemie bisher keine solche Fortschritte gemacht habe, um sie erklären zu können. Selbst in diesem Zeitraume hatte man außer einigen Erfahrungen diesen Gegenstand nicht sonderlich untersucht. Becher führte zuerst an, daß eine Mischung von Vitriolöl und Terpentinöl sich außerordentlich erhitze, und zuletzt in eine Flamme ausbreche. Diese Entdeckung schreibt sich von dem dänischen Gelehrten Borrichius her. Andere Chemiker hatten diese Erfahrungen zu wiederholen versucht, der Erfolg war ihnen aber nicht geglückt, bis endlich die Herren de Tournefort und Homberg glücklicher darin waren; der erstere entzündete die Mischung von Sassafrasöl und concentrirtem Salpetergeist, und der andere erhielt das nämliche durch die Mischung von Salpetergeist mit den wesentlichen Oelen aller würzhaften Pflanzen Indiens.

So merkwürdig aber auch alle diese Erfahrungen schienen, so thaten sie doch der vorgelegten Bedingung des Borrichius und Becher, Terpentinöl mit Hülfe der sauren Geister zu entzünden, kein völliges Genüge. Der erste, welcher durch seine sinnreichen und anhaltenden Untersuchungen dieß zu Stande brachte, war der jüngere Geoffroy[l]). Er bewirkte nicht

l) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1726.

nicht allein eine Entzündung durch Vermischung des Terpentinöls mit einer mineralischen Säure, sondern er entdeckte auch, daß sich eine Mischung einer mineralischen Säure mit allen wesentlichen aromatischen Pflanzenölen von selbst entzünde. Die Säuren, welche Geoffroy hiebey anwendete, waren Vitriolöl und rauchender Salpetergeist, indem er sie mit den Pflanzenölen zu gleichen Theilen vermischte. Die Mischung mit Terpentinöl gab sogleich und mit einer starken Explosion eine sehr lebhafte Flamme, welche von einem wirbelnden Rauche begleitet war. Diese Erscheinung dauerte so lange, bis die ganze Mischung sich verzehrt hatte; nur ein geringer Theil einer lockeren Kohle blieb im Gefäße zurück.

Ueberdem entdeckte Rouelle [m]), daß sich auch die milden Oele durch Beymischung von rauchendem Salpetergeist entzünden lassen.

In Ansehung der Bereitung des sogenannten Hombergischen Luftzünders hat de Suvigny [n]) gezeigt, daß man statt des Alauns auch andere vitriolische Salze, z. B. Glaubersalz und vitriolisirten Weinstein nehmen könne.

Die große Gewalt des Schießpulvers hatten schon Mehrere in der schnellen Entbindung einer großen Menge Luft aus dem Schießpulver gesetzt. Auch Daniel Bernoulli [o]) sucht aus Versuchen und aus seiner Hypothese über die Ursache der Elasticität zu erweisen, daß die im Pulver enthaltene Luft 10000 mal dichter und elastischer als die gewöhnliche sey. Man

m) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1747.
n) Mémoir. presentés. T. III.
o) Hydrodynamica, sect. X.

Man hat ihm aber eingewendet, das Pulver selbst sey nicht viel über 800 bis 1000 mal dichter, als die gewöhnliche Luft; mithin könne sein Satz nicht bestehen wenn auch gleich das ganze Pulver nichts als verdichtete Luft wäre.

Die Chemiker betrachteten indeß die Erscheinungen des Schießpulvers von einer andern Seite, und hielten sie für eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches hier nur schneller als sonst, und augenblicklich durch die ganze Masse des Pulvers verbreitet werde. So erklärte Stahl die Verpuffung aus dem im Salpeter befindlichen Phlogiston. Macquer[p]) suchte Stahls Theorie mehr aus einander zu setzen, und nahm an, die Salpetersäure erzeuge mit dem Phlogiston einen sogenannten Salpeterschwefel, welcher so entzündlich sey, daß er keinen Augenblick, ohne zu glühen, bestehen könne. Das Wesentliche des Schießpulvers setzt er übrigens bloß in den Salpeter und die Kohlen, und glaubt, der Schwefel befördere bloß die Geschwindigkeit der Entzündung.

Sternschnuppen und Feuerkugeln.

Die Sternschnuppen zeigen sich am öftersten in heitern Abenden und in Nächten, welche auf schwüle Tage folgen, nach Musschenbroek vornämlich im August, wenn die größte Hitze vorüber ist; Kraft[q]) sahe aber auch zu Petersburg am 25. Nov. 1741 häufige Sternschnuppen bey strenger Kälte, wobey das Fahrenheitsche Thermometer auf Null stand. Musschenbroek[r]) hielt dieses Meteor für eine öligte Substanz,

p) Chymisches Wörterbuch. Art. Schießpulver.
q) Praelect. physic. Vol. III. p. 320.
r) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2505.

stanz, welche durch die Wärme des Tages aufgelößt in die Höhe steige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch ihre Schwere herabfalle.

Beccaria *) war der erste, welcher das Sternschießen für eine bloß elektrische Erscheinung erklärte. Er führt hierüber eine artige Beobachtung an. Als er nämlich einst eine Stunde nach Sonnenuntergang mit einem Freunde unter freyem Himmel saß, kam eine Sternschnuppe gerade auf sie beyde zu, und verschwand nicht weit von ihnen so, daß auf ihren Gesichtern, Händen und Kleidern, so wie auf der Erde und allen nahen Gegenständen eine schwache Erleuchtung zurückblieb, ohne dabey das geringste Geräusch zu bemerken. Da sie hierüber erstaunt waren, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte, ob sie nichts gesehen hätten? ihm sey plötzlich ein Licht erschienen, besonders am Wasser, womit er den Garten begossen habe. Diese Erscheinung schien dem Beccaria offenbar elektrisch, und er führt überdem noch an, daß er oft auf seinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektrischer Materie hinfahren gesehen habe, welche mit dem Sternschießen eine große Aehnlichkeit gehabt; überdem sey bisweilen der Drache mit einer Art Glorie umgeben gewesen, von welcher ein Licht an dem Orte, welchen der Drache verlassen habe, zurückgeblieben sey.

Die meisten Naturforscher dieses Zeitraums halten jedoch mit Musschenbroek diese Erscheinung für öligte oder fette Dünste, welche entweder wirklich in Brand kommen, oder leuchten.

Was

*) Lettere dell' elettricismo. 1758. 4.

Was die Feuerkugeln betrifft, so berichtet Chalmers[t]) im Jahr 1748, daß eine mitten im Ocean gegen ein Schiff heran kam. Sie schien an der Oberfläche des Meeres hinzustreichen, zersprang in einer Entfernung von 40 bis 50 Ellen vom Schiffe mit einem Getöse, das dem Knall von 100 Kanonen glich, erfüllte das ganze Schiff mit einem Schwefelgeruche, zerbrach einen Mast, spaltete den andern, warf fünf Menschen zu Boden, und beschädigte einen sechsten durch Verbrennungen an der Haut.

Am 9ten Februar 1750 gegen 11 Uhr Abends sahe man zu Breslau bey heiterm Himmel eine Feuerkugel [u]), welche sich gegen Südwest entzündet hatte, in weniger als einer Minute vorüber strich, und sich beständig der Erde bis zum Nordwest näherte. Die scheinbare Größe derselben vermehrte sich beträchtlich, zum Theil, weil sie vielleicht selbst einen wahren Zuwachs erhielt, zum Theil, weil sie sich der Erde näherte. Man bemerkte an ihr ganz deutlich zwey Bewegungen, eine fortschreitende und eine drehende; ihre Farbe war anfänglich bleich, veränderte sich aber nachher in ein röthliches Licht, und erleuchtete alle Gegenstände eben so, wie das Licht des Vollmondes. In einer etwa 40 Fuß weiten Entfernung von der Erde zertheilte sie sich in 4 leuchtende Stücke, welche endlich, wie es schien, in die Gewässer der Oder herabfielen. Gleich bey der Theilung der Kugel in 4 Stücke hörte man drey Knalle, gleich dem Donner einer Kanone.

Zu Paris verbreitete eine am 17 Julius 1771 um 10 Uhr 36 Minut. Abends erschienene Feuerkugel ein

t) Philosoph. Transact. N. 494. p. 366.

u) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

ein allgemeines Schrecken. Sie ließ sich gerade zu einer Zeit sehen, da der Duc de Chaulnes Versuche mit einem elektrischen Drachen anstellte, und ein großer Theil des Volks glaubte, dieß fürchterliche Phänomen sey durch diese Versuche herbeygezogen worden. Dieß bewog Herrn de la Lande, die Beobachtungen hierüber zu sammlen, und mit einigen Bemerkungen zu begleiten; auch hat le Roy x) von diesem Meteor eine eigene Abhandlung geliefert. Diese Kugel ward in einem großen Theile von Frankreich gesehen, und schien in Paris größer und heller als der Mond. Sie zersprang mit Krachen, und erschütterte dabey die Luft so, daß die Fenster und das Hausgeräthe zitterten, und einige glaubten, es sey ein Erdbeben dabey. Die Kugel war über England entstanden und auch um Oxford sichtbar gewesen; ohngefähr um Melün, südwestlich von Paris, zersprang sie. Als man sie wahrnahm, muß sie mehr als 41076 Toisen hoch über der Erde gewesen seyn, und bey ihrem Zerspringen über 20598 Toisen. Sie mag 6 bis 8 Stunden Weges (lieues) in einer Stunde durchlaufen, und mehr als 500 Toisen im Durchmesser gehalten haben. Der Himmel war bey der Erscheinung dieser Kugel vollkommen klar.

Alle diese Beobachtungen zeigen, daß sich einige Feuerkugeln um die Axe drehen. Gewöhnlich verschwinden sie in einigen Sekunden, man hat aber auch Beyspiele, daß sie mehrere Minuten lang sichtbar geblieben sind. Nach des D. Ulloa Erzählung sind sie bey der Stadt Santa Maria de la Parilla so häufig, daß viele in einer Nacht gesehen werden. Ueber-

x) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1771.

Ueberhaupt aber sind sie selten. Bisweilen verschwinden sie auch ohne Schall. Eine solche hat ein gewisser Candidat in Großzinder des Abends zwischen 9 und 10 Uhr im Jahr 1743 beobachtet [y]). Gegen Südost fiel ihm nämlich ein Phänomen in die Augen, welches er nach der scheinbaren Entfernung nur einige 30 Schritte von ihm schätzte. Die scheinbare Höhe desselben über der Erde ist ihm nicht größer als 10 bis 12 Fuß vorgekommen. Es schien ihm, als wenn er die niedrig stehende Sonne ansehe, deren Diameter 1 Fuß breit erscheint, und die umher mit hellen Strahlen spielt. Meistentheils eine Minute lang hat er Zeit gehabt, es so mit Bewunderung zu betrachten, darauf ist es mit einemmale verloschen und unsichtbar geworden, doch so, daß es schien, als ob es einen hellen und breiten Strahl nach seinem Auge schoß und in demselben zurückließ, worüber er sich sehr entsetzt hat. Ehe es vergieng hat er keine solche Bewegung daran bemerkt, wie an den Sternschnuppen, vielmehr hat es entweder unbeweglich gestanden, oder doch keine merkliche Bewegung gehabt. Als es zerfuhr, ist solches auch ohne Geräusch erfolgt.

Ueber die Ursache und Entstehungsart der Feuerkugeln sind die Naturforscher einstimmig der Meynung, daß sie schwer zu erklären sind. Musschenbroek [z]) schließt aus dem Schwefelgeruche der Feuerkugeln, daß sie aus schweflichten und andern entzündlichen Ausflüssen bestehen, welche entweder aus den Vulkanen, oder bey Erdbeben aus den unterirdischen Hölen in die

y) Hanow's Seltenheiten der Natur, herausg. von Titius. B. II. Leipz. 1753. S. 843. f.

z) Introductio ad philos. natur. T. II. §. 2541.

die Luft aufgestiegen, und vom Winde zusammengetrieben worden sind, eine Wolke bilden, und durch Zusammenkommen mit andern Dünsten oder irgend eine andere Ursache entzündet werden. Ueberhaupt hat man die Feuerkugeln auf dieselbe Art wie die Sternschnuppen und sogenannten fliegenden Drachen entstehen lassen, und jene von diesen nur in Ansehung der Größe unterschieden. Eben dieser Meynung war auch Beccaria. Da nun dieser die Sternschnuppen als ein elektrisches Phänomen betrachtete, so war er auch geneigt, die Feuerkugeln für eine elektrische Erscheinung zu halten. Auch Hartmann [a]) hat sie dafür erklären wollen, und seit dieser Zeit hat man in den meisten Lehrbüchern der Naturlehre die Feuerkugeln entweder geradehin für elektrische Erscheinungen ausgegeben, oder doch wenigstens bemerkt, daß sich bey ihrer Entstehung Elektricität mit einmische.

Bergmann [b]) nimmt verschiedene Gattungen von Feuerkugeln an. Was die niedrigsten betrifft, so folgt er Musschenbroeks Meynung; nur meint er, es sey schwer zu begreifen, wie eine solche gewiß sehr lockere Kugel ihre erstaunliche Geschwindigkeit behalten könne, da die viel dichtere Kanonenkugel wegen des Widerstandes der Luft nicht 2 Meilen zu gehen vermöge. Eine andere Gattung von Feuerkugeln, die zuweilen bey Donnerwettern entstehen, und an der Erdfläche hingehen, wie die am englischen Schiffe im Jahr 1748, scheint ihm von anderer Beschaffenheit und dem Blitze ähnlicher zu seyn. Die höchsten endlich ver-

a) Von der Verwandtschaft der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. Hannover 1759. 8.

b) Physikal. Beschreibung der Erdkugel nach Röhls Uebersetz. Greifsw. 1780. §. 131.

versucht er von der gröbern Materie des Zodiakallichts oder der Sonnenatmosphäre herzuleiten, deren feinerer Theil nach Mayrans Hypothese die Ursache der Nordlichter ist. Wenigstens, meint er, sey dieß nicht unglaublicher, als andere bisher angegebene Muthmaßungen. Er wünscht endlich, daß man einmal Gelegenheit finden möchte, die Substanz einer zerplatzten Feuerkugel an dem Orte, wo sie niedergefallen sey, zu untersuchen.

Die meisten Naturforscher erklären die Feuerkugeln, so wie die fliegenden Drachen und die Sternschnuppen, für Wirkungen fetter, öhlichter, enzündlicher oder auch nur bloß leuchtender Dünste.

Fünftes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Wasser.

Bemerkungen über die Natur des Wassers.

Die Versuche, aus welchen van Helmont, Boyle und andere geschlossen haben, das Wasser verwandle sich in Erde, sind in diesem Zeitraume vielfältig wiederholt, und mit neuen Bemerkungen begleitet worden. Was nämlich das Wachsthum der Pflanzen im Wasser betrifft, woraus man die Verwandlung des Wassers in Erde hat beweisen wollen, so sind dieselben Versuche des van Helmont und Boyle vom Herrn Triewald in Schweden

den angestellt, und vom Herrn Miller c) in England wiederholt worden. Beyde berichten das schnellere Wachsthum über Wasser, letzterer erklärt auch das langsamere von eingerührter Erde aus der dadurch erfolgten Verdickung des Wassers, jedoch bestimmen beyde nicht die Menge der dadurch gewonnenen festen Theile.

Von neuem hat diese Versuche mit Kürbissen und Hyacintenzwiebeln mit vieler Sorgfalt Herr Eller d) wiederholt, und ob er gleich nur in destillirtem Wasser wachsen ließ, so erhielt er doch eben sowohl vollkommene Pflanzen, welche bey der Zerlegung die gewöhnlichen Ausschläge und eine sehr merkliche Menge Erde gaben. Die aus einem Kürbiskerne gezogene Pflanze trug zwey Kürbisse, wog mit denselben 23 Pfund $4\frac{1}{2}$ Unzen, und ließ beym Trocknen und Einäschern 5 Unzen 2 Quent. und 12 Gran Asche nach; die Erde, in welcher sie gezogen war, hatte vorher trocken 15 Pfund und 10 Unzen gewogen und wog, nun abermals getrocknet, noch 15 Pfund $9\frac{1}{2}$ Unzen; die verlorne halbe Unze, meint Eller, sey vom Winde weggeweht worden. Eine mit destillirtem Wasser zum Wachsen und Blühen gebrachte Hyacinthenzwiebel gab mit Stamm und Blumen verbrannt sechs bis sieben Gran Erde mehr als eine andere, welche eben soviel gewogen hatte und in einer Schachtel aufbewahrt worden war.

Noch andere sehr berühmte Naturforscher haben sich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäfftigt, und die Versuche ausgedehnt, abgeändert und vervielfältigt. Man kann hierüber die Versuche der Herren Gle-

c) Philos. Trans. Vol. XXXVII. N. 418.
d) Memoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. an. 1746. p. 45.

Gleditsch und Bonnet [e]) nachsehen. Auch du Hamel [f]) hat eine Reihe sehr wichtiger Versuche geliefert, welche die Erfahrungen der vorher angeführten Schriftsteller bestätigen.

Ferner hat Kraft [g]) Hafer und Hanf in getrocknetem Sande, Stücken zerrissenen Papiers, Stükken Tuch und Heckerling gesäet, die Saamen darnach mit reinem Wasser begossen, und bemerkt, daß sie eben so schnell keimten und beynahe eben so gut wuchsen, als die, welche ins freye Land gesäet waren. Da aber diese Versuche nicht mit ganz reinem Wasser angestellt sind, so kann man daraus nicht für oder wider die Möglichkeit der Verwandlung des Wassers in Erde schließen, und eben so verhält es sich auch mit den Versuchen des Herrn Carl Arlton [h]).

Hieraus schließen nun die Naturforscher, so wie auch der berühmte Wallerius [i]), daß das Wasser durch die Wirkung der Gewächse wirklich in Erde verwandelt werde.

Der andere Grund, welchen verschiedene Naturforscher für die Verwandlung des Wassers in Erde anführen, ist die Destillation des Wassers, wovon die ersten Versuche und die daraus gezogenen Folgen Borrichius und Boyle angeführt haben. Be-

cher

e) Mémoir. presentés. T. I. à Paris. 1750. 4.

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1748.

g) Nov. comment. Petrop. Vol. II. p. 231.

h) Tirocinium botanicum Edinburgense. Ediub. 1753. 8.

i) Elements d'agriculture. Yverd. 1766. Aus d. Lat. übers. chemische Grundsätze des Feldbaues. Berlin 1764. 8. und Bern 1765. 8. Cap. VI.

cher und Stahl haben sich mit keinen besondern Versuchen über die Beschaffenheit des Wassers beschäfftigt; ja man kann sogar sagen, daß sie sich über die Natur desselben gewisser Maaßen von allgemein angenommenen Irrthümern haben leiten lassen. Beyde waren der Meynung, daß das Wasser durch wiederholte Destillation eine fressende Eigenschaft erhielte; wenigstens findet sich diese Meynung in Stahls erstem Werke: fundamenta chemiae dogmaticae et experimentalis. P. I. Norimb. 1746. 4. welches er jedoch gewisser Maaßen in der Folge selbst widerrufen hat.

Stahl meinte ferner, das Wasser könnte durch Destilliren zu einer so hohen Stufe der Verfeinerung gebracht werden, daß es das Glas selbst durchdringen könnte, und diese Meynung nahm er überdem von glaubwürdigen Schriftstellern an, ohne einen zu nennen.

Alle die bisher angeführten Versuche, welche die Verwandlung des Wassers in Erde beweisen sollten, wurden von Boerhaave einer genauern Prüfung unterworfen. Seine darüber angestellten Versuche finden sich am Ende seiner Abhandlung vom Wasser [k]); aus denselben folgt, daß das Wasser durch Destilliren keine andere Beschaffenheit erhält, weder sauer noch laugensalzig, weder fressender noch durchdringender wird.

Uebrigens hat Boerhaave, wie Borrichius und Boyle, wahrgenommen, daß bey jeder Uebertreibung des nämlichen Wassers ein erdiger Rückstand blieb; aber er hat nicht geglaubt, daraus schließen zu dürfen, daß das Wasser wirklich in Erde verwan-

k) Elementa chemiae. T. I. Lugd. Bat. 1732. 4. p. 627.

wandelt werde, ja er bemerkt sogar, daß Boyle die Uebertreibung mit dem nämlichen Wasser nur dreymal wiederholt habe, ohne förmlich etwas über diesen Gegenstand zu entscheiden. Boerhaave vermuthet, daß sich der beständig in der Luft schwebende Staub während dem Uebertreiben mit dem Wasser habe mischen und die von den Chemikern gefundene geringe Menge Erde habe erzeugen können.

Geoffroy [l]) führt bey der Gelegenheit, da er von den Extrakten einiger Pflanzen redet, an, daß er das nämliche Wasser zwanzigmal übergetrieben und beständig einen erdigen Bodensatz erhalten habe, ob er gleich allemal neue und recht reine gläserne Kolben, wie auch den nämlichen Helm und die nämliche Vorlage genommen und die Fugen wohl mit Blasen verklebt habe.

Henkel [m]) behauptete, daß auch aus dem allerdünnsten Wasser ein erdhafter steinwerdender Stoff abgeschieden werden könnte, und berief sich auf den grünen Schlamm, zu welchem Luftwasser, z. B. Schneewasser, würden, die in einem großen weiten Kolben der Sonne dem Sommer über ausgesetzt wären.

Eller [n]) führt an, durch bloßes Reiben in einem gläsernen Mörser mit einer gläsernen Keule aus Quell= Regen= Schnee= Thau= Wasser und geschmolzenem Eise eine sehr feine weißliche Erde erhalten zu haben.

l) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1738.

m) Kleine mineralog. und chemische Schriften S. 316.

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. an. 1746. p. 47.

haben. Dagegen wandte Pott [o]) ein, diese wäre durch Abnutzung des Glases entstanden und in heftigem Feuer verglaslich. Eller antwortete aber darauf, sein Mörser und Keule wären sehr glatt, vom härtesten Glase gewesen, und ihre Oberfläche hätte keine Spur einer Abnutzung gewiesen.

Endlich hat noch Marggraf [p]) in einer Abhandlung von der im reinen Wasser befindlichen Erde die Zweifel, welche noch wegen des Staubes aus der Atmosphäre übrig geblieben seyn konnten, auf eine noch entscheidendere Weise gehoben, und vollständig erwiesen, daß die Erde des Wassers nicht von den in der Luft herumschwebenden Körpern kommen könnte; er hat nämlich nicht allein Erde erhalten, wie er das Wasser aus einer mit der Vorlage zusammengeschmolzenen Retorte übertrieb, sondern er hat auch gewiesen, daß man das nämliche Resultat erhält, wenn man das Wasser in verschlossenen Gefäßen in einer sehr starken Bewegung erhält, wie auch schon Eller gezeigt hat.

Le Roi [q]) hat aber in einer Abhandlung behauptet, daß Borrichius's, Boyle's, Boerhaave's und Marggraf's Versuche die Möglichkeit der Verwandlung des Wassers in Erde nicht bewiesen. Le Roi meint, alles Wasser enthalte eine ziemlich beträchtliche Menge Erde; diese sey mit selbigem so innig vereinigt, daß sie beynahe ganz und gar beym Uebertreiben mit übergehe, indessen doch bey jeder

o) Anmerk. über verschiedene Sätze und Erfahrungen des Herrn Ellers S. 14. 50.

p) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. an. 1756.

q) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1767.

der Verrichtung eine geringe Menge abgeschieden werde, und daß dieser kleine Antheil Erde die Naturforscher bisher getrogen und zu dem Glauben verleitet habe, daß das Wasser in Erde verwandelt würde.

Bis hieher blieb es also noch unentschieden, ob sich wirklich das Wasser in Erde verwandle. Erst in der folgenden Periode ist diese Streitfrage vorzüglich durch die Bemühungen des Herrn Lavoisier gehoben worden.

Die Frage, ob das Wasser elastisch sey? ist in diesem Zeitraume durch mancherley Gründe bestritten worden. Bellogradi r) nahm einen Beweis für die Elasticität des Wassers von dem Abspringen eines auf das Wasser schief aufgeworfenen Steins her. Er betrachtet das Wasser als eine feste Fläche, von welcher ein dagegen geworfener Körper zurückspringt; da nun dieß mit wenigem Verlust der Kraft und geringer Verminderung des Einfallswinkels erfolgt, so folge, daß das Wasser sehr elastisch seyn müsse. Allein Spallanzani s) unternahm es, nicht allein durch theoretische Gründe, sondern auch durch wichtige Versuche das Irrige in der Untersuchung seines Landsmannes darzuthun, und dem Wasser fast alle sichtliche Elasticität abzusprechen. Er führt an, daß der größte Theil der Physiker bewiesen habe, das Wasser sey nicht compressibel; eine Materie nun, welche keine Compressibilität zeige, könne auch wenig oder gar keine Elas-

r) Della riflessione de Corpi dall acqua, et della diminuzione dalla mole di sassi ne torrenti e ne fiumi. In Parma 1753. 4.

s) Physikalische und mathematische Abhandlungen, 5te Abhandl. von dem Abprallen der Steine vom Wasser.

Elasticität besitzen. Den Versuch der zurückprallenden Körper stellte er auch mit weichem Thon, mit zähem Flußschlamm und mit dem Gelben vom Ey an, und fand, daß diese Körper ähnliche Resultate in Ansehung des Abprellens zeigten. Er bemerkte deutlich, daß das wieder in die Höhe Springen der Steine sich völlig durch eine bloße Veränderung ihrer Richtung, welche durch den Widerstand des Thons oder Wassers entstände, erklären lasse. Auch daher leitet er das Wiederaufspringen der von einer Höhe auf eine Wasserfläche herabfallenden Tropfen. Er stellt sich die Wassermasse als aus unterschiedenen Schichten zusammengesetzt vor. Indem nun der Tropfen die Oberfläche des Wassers berührt, so öffnet sich gleichsam die obere Schichte durch die Gewalt des Tropfens, dann eine zweyte und so fort, bis die Kraft des fallenden Tropfens erschöpft ist. Durch dieses Trennen oder Auseinanderschieben der Wasserschichten entsteht nothwendig eine Grube. Die Theile der obersten Schichte treten also über die Horizontalfläche um eine gewisse Höhe, die Theile der zweyten werden um eine kleinere Höhe aus ihrem wagrechten Stande gebracht. Diese Theile der Schichten suchen sich daher nach dem Stoße wieder in ihre vorige Lage zu versetzen, und da sie, besonders wenn die Theile sehr flüssig sind, dieß mit einer Geschwindigkeit thun, welche dem Stoße gemäß ist, so drucken sie durch ihr Zusammenstoßen Theile des sich sehr leicht trennenden Wassers in die Höhe. Bey zähen Materien, z. B. bey dem Gelben vom Ey, erfolgt dieß langsamer, und muß die Höhe diesfalls schon ansehnlich seyn, wenn man dieß Ausspritzen bemerken will.

Bellogradi hatte das Abspringen oder vielmehr Zurückspringen des von einer Höhe gegen eine Mar-

Marmorfläche fallenden Wassertropfens als einen Beweis der Elasticität des Wassers betrachtet. Dieses Zurückspringen, sagt er, kann man nicht der Elasticität des Marmors allein zuschreiben, weil zu dem Abprellen die Elasticität beyder gegen einander treffender Körper, sowohl des Wassers als des Marmors, erfordert wird. Spallanzani erinnert aber dagegen, daß zu dem Abspringen nur die Elasticität des getroffenen Körpers und ein gewisser Grad Härte von Seiten des auffallenden Körpers nöthig sey, beyde Körper brauchten nicht zugleich Elasticität zu besitzen. Er führt hiebey als Beyspiel harte Körper an, die von gespannten Saiten zurückgeworfen werden.

Einen andern Beweis der Elasticität des Wassers hat man aus der Fortpflanzung des Schalles durch dasselbe hergenommen. Man hat zwar dagegen den Einwurf gemacht, daß bloß die im Wasser enthaltene Luft das Mittel der Fortpflanzung des Schalles ausmache. Allein man hat ganz richtig dagegen erwiedert, daß man hiezu eine solche Stellung der Lufttheilchen annehmen müßte, wo sich dieselben von dem Orte der Entstehung des Schalles an bis zur Oberfläche des Wassers in ununterbrochener Reihe berührten, welche Stellung überaus unwahrscheinlich wäre, und durch jede Bewegung ohne Zweifel zerrüttet werden müßte. Der Abt Nollet t) ließ sich zu wiederholten Malen in die Seine hinab; während er im Wasser war, ließ er nach einem abgeredeten Zeichen am Ufer rufen, auf einer Pfeife blasen, mit einer Glocke klingen und eine Pistole losschießen. Im Wasser hörte er alle diese Töne deutlich, nur etwas geschwächt.

Aber

t) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1743.

Aber der Unterschied der Stärke verhielt sich nicht wie die Höhe des über ihm stehenden Wassers. Er hörte nämlich einen Ton oder Schall fast eben so stark, da er zwey Fuß Wasser über sich hatte, als da er nur mit wenigen Zollen bedeckt war. Ferner fand er den Ton innerhalb des Wassers mit dem in freyer Luft von einerley Art. Er hörte z. B. c, wenn man c bließ, und nicht etwa eine Oktave tiefer.

Arderon[u]) ließ sogar Leute bis auf 12 Fuß unter Wasser tauchen, und sie hörten selbst noch dann das Schießen eines Gewehrs. Nollet setzte sich in ein Gefäß voll Wasser, so daß ihm Wasser bis über den Kopf gieng. Er schlug in diesem Zustande Steine an einander, klingelte mit einer Glocke, und fand diesen Schall außerordentlich stark, besonders fiel ihm das Klappern der Steine sehr unangenehm. Arderon ließ einen Menschen mit einer Glocke unter dem Wasser in unterschiedenen Tiefen klingen. Er hörte sie am Ufer. Um sich zu überzeugen, ob nicht etwa die im Wasser befindliche Luft die Hauptursache des Schalles sey, reinigte Nollet eine beträchtliche Menge Wasser von Luft, setzte dann in dieses luftleere Wasser einen sogenannten Wecker, und fand nicht die mindeste Verminderung der Stärke des Schalles. Musschenbroek[x]) wiederholte diesen Versuch, und er gelang ihm nicht nur wie dem Abte mit dem Wasser, sondern noch mit mehreren Flüssigkeiten; demungeachtet aber wendet er nicht, wie Nollet, diese Versuche zum Beweise für die Elasticität des Wassers an, vielmehr scheint er, wie Spallanzani, gänzlich gegen diese eingenommen zu seyn.

Georg

u) Philos. Transact. Nr. 486.

x) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2267.

Georg Erhard Hamberger [y]) war ebenfalls der Meynung, daß sich das Wasser bey einerley Grad der Wärme nicht comprimiren lasse. Dieß schloß er aus folgendem Versuche. Die bey (fig. 7.) c verschlossene Röhre füllte er von b bis c mit Wasser, und von a bis b mit Quecksilber an. Es drang dann kein Quecksilber in den Arm bc.

Peter van Musschenbroek [z]) führt auch verschiedene von ihm angestellte Versuche an, aus welchen er folgern zu können glaubt, daß das Wasser gar keiner Zusammendruckung fähig sey. Sie sind den Baconschen ähnlich. Zwey Kugeln, eine zinnerne und eine bleyerne, deren Durchmesser 3 Zoll und die Dicke des Metalls 3 Decimallinien waren, hatten an einer Seite eine kleine metallene Röhre mit einer geringen Oeffnung. Diese Kugeln füllte Musschenbroek sehr genau mit Wasser, welches unter der Luftpumpe von Luft gereinigt und dabey beträchtlich kalt war. In die Röhre ward sodann ein bleyerner oder zinnerner Zapfen hineingetrieben, wodurch alsdann alles so genau als möglich von Luft befreyet, und mit Wasser gefüllt blieb. Nachdem dieß mit großer Vorsicht geschehen war, wurde die Oeffnung zugeschmolzen, darauf die Kugeln unter einer starken Presse gelegt, und vermöge einer Schraube und eines langen Hebels zusammengepreßt. Die Kugel, welche leer nur einen sehr geringen Widerstand geäußert hatte, widerstand angefüllt erstaunlich. Sobald aber durch Hülfe des langen Hebels auch nur die mindeste Zusammenpressung statt fand, drang das Wasser gleich einem Thaue durch die Oeffnun-

y) Elementa physices. Jenae. 1735. 8. §. 359.

z) Tentamina experim. natur. captorum in Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. p. 69. sq.

nungen des Metalls, und zwar desto stärker, je mehr die Kugel zusammengeschroben wurde. Bey jedesmaliger Wiederholung des Versuchs zeigte sich der nämliche Erfolg.

Musschenbroek schloß daher, daß das Wasser durch keine menschlichen Kräfte zusammengedruckt werden könne.

Der Abt Nollet [a]) versuchte es ebenfalls auf eine der Hamberger'schen ähnliche Art, ob das Wasser sich comprimiren lasse. Nollet erwähnt Hambergern nicht, und es ist daher ungewiß, ob er den Versuch von diesem entlehnt habe, oder ob er für sich darauf gekommen sey. Indessen zeigt Nollet genauer an, wie er dabey zu Werke gegangen ist. Er nahm eine Röhre von sehr dickem Glase, welche inwendig drey Linien im Durchmesser hatte, und sieben Fuß lang war. Zuerst schüttete er etwas Quecksilber hinein, welches die Krümmung bey b (fig. 7.) ausfüllte. Dann goß er bey c Wasser auf das Quecksilber, und nachdem dieser Theil genau mit Wasser angefüllt war, wurde hier die Oeffnung c zugeschmolzen. Hierauf goß er von a aus nach und nach Quecksilber hinzu bis zu der Höhe von sieben Fuß. Die kleine Columne Wasser bc widerstand dem Drucke der Quecksilbersäule so sehr, daß man keine merkliche Verminderung der Höhe der Wassersäule wahrnehmen konnte.

Nollet setzte hiebey die Höhe der Quecksilbersäule, welche hier gegen das Wasser druckte, auf sechs Fuß zehn Zoll, oder achtzig Zoll Barometerhöhe, welches beynahe der dreyfache Druck der Atmosphäre ist.

Um

a) Leçons de physique experiment. T. I. p. 122.

Um das Jahr 1752 erhielt Hollmann [b]) zu Göttingen von dem Großbritannischen Leibarzte Peter Shaw eine Maschine aus England, welche gebraucht worden war, die Zusammendruckung des Wassers zu untersuchen. Die Maschine ist eine kupferne Kugel, 4 Zoll im Durchmesser; ihre Oeffnung hat eine Schraubenmutter, in welche eine Schraube hineingeschroben wird. Mittelst eines eisernen Hebels, der in der Mitte ein viereckets Loch hat, worin das Aeussere der Mutterschraube genau paßt, kann die Schraube mit großer Gewalt in die Kugel getrieben werden. Die große Schraube ist auf einem Holze mit kleinern Schrauben befestigt, kann auch vermöge eigener Oeffnungen an einem Tische fest geschroben werden. Bey dem Gebrauche der Maschine muste jedesmal die Schraube mit einem Gemisch von Terpentin und Wachs eingeschmiert werden. Hiemit stellte Hollmann folgende Versuche an:

Er füllte die Kugel genau mit Wasser, und trieb alsdann durch Hülfe des eisernen Hebels die Schraube in die Kugel. Gleich nach wenigen Umdrehungen der Schraube drang das Wasser an verschiedenen Orten, durch kleine Oeffnungen oder Ritzen des Metalls, in sehr dünnen Strahlen wie aus einem Springbrunnen hervor. Da der Versuch fortgesetzt wurde, um zu sehen, ob dieses Hervordringen nicht über der ganzen Kugel, wie bey den Florentinern, statt fände, so ereignete sich dieß nicht, sondern die Kugel zersprang da, wo sie zusammengelötet war. Hollmannen schien nur dieß befremdend zu seyn, daß das Wasser hier nicht,

b) Sylloge comment. in reg. societ. recensitarum. Goting. 1762. p. 35.

nicht, gleich einem Thaue, die ganze Oberfläche der Kugel durchdrang. Er wiederholte daher den Versuch, nachdem er vorher das mit Wasser angefüllte Instrument an einem kalten Orte eine Zeitlang hatte stehen lassen. Sobald die Operation anfieng, sahe er die Oberfläche der Kugel zu seiner nicht geringen Verwunderung mit Wassertröpfchen bedeckt, und nun glaubte er das zu beobachten, was die Florentiner und Musschenbroek beobachteten. Allein, nachdem er die Kugel mit einem Tuche abgetrocknet hatte, und den Versuch wiederholte, sprang das Wasser, eben wie das erstemal, nur aus einzelnen Rissen oder zerrissenen Theilen der Kugel; denn er untersuchte diese Oeffnungen mit einem Vergrößerungsglase, und fand, daß sie wirklich zersprengte oder aus einander getriebene Theile des Metalls und nicht dessen Zwischenräume waren. Nachher ließ Hollmann ähnliche Kugeln aus Zinn und Bley verfertigen, und wiederholte mit dem nämlichen Erfolg diesen Versuch. Endlich wurde hiezu eine silberne Kugel genommen, die aber nur $\frac{1}{20}$ Zoll dickes Metall hatte. Bey dieser drang das Wasser nicht durch seine Oeffnungen hervor, allein es öffnete sich mit Gewalt einen Weg zwischen den Schrauben. Aus diesen Versuchen schließt Hollmann folgendes:

Das Wasser selbst, ohne von Luft gereinigt zu seyn, scheint keiner merklichen Zusammenpressung fähig, und bey diesem Versuche habe das gepreßte und gedruckte Wasser nicht die Zwischenräume des Metalls durchdrungen, sondern kleine Oeffnungen im Metalle gemacht, aus welchen es herausgetreten sey. In Ansehung des letzten Punktes wundert sich Hollmann, daß seine Versuche denen der Florentiner und des Musschenbroek widersprechen.

Im

Im Jahr 1762 gab John Canton c) der königlichen Societät Bericht von folgenden Versuchen:

Er füllte eine 2 Fuß lange Glasröhre, unten mit einer Kugel versehen, zum Theil mit Quecksilber, setzte sie in Wasser, und brachte dieß genau mittelst eines Fahrenheit'schen Thermometers auf 50 Grad Wärme; die Höhe des Quecksilbers in der Glasröhre, welche $6\frac{1}{2}$ Zoll über die Kugel betrug, wurde dabey genau bemerkt, dann wurde das Quecksilber durch Vermehrung der Hitze bis zum obersten Ende der Röhre getrieben, und die Röhre sogleich zugeschmolzen. Als nachher die Hitze des Wassers gerade bis zu 50 Grad wieder abgenommen hatte, stand sodann das Quecksilber 0,32 höher, als vorher bey offener Röhre. Eben diese Kugel und Röhre ward nachher statt des Quecksilbers mit Wasser, aus welchem vorher die Luft ausgepumpt war, gefüllt. Bey offener Röhre stand das Wasser in derselben Hitze von 50 Grad Fahrenh. ohngefähr 6 Zoll über der Kugel. Durch Vermehrung der Hitze des äußern Wassers, worin die Röhre stand, stieg das Wasser der Röhre bis zu dem obersten Ende, welches dann sogleich zugeschmolzen ward. Als die Hitze des äußern Wassers wieder auf 50 Grad gefallen war, stand das Wasser in der Röhre 0,43 höher, als vorhin. Da der Druck der Atmosphäre auf das Aeußere der Glaskugel bey zugeschmolzener Röhre für das Wasser und für das Quecksilber gleich groß ist, so muß diese Kugel dadurch etwas zusammengedruckt,

c) Experiments to prove that Water is not incompressible. Philos. Transact. Vol. LII. P. II. art. 103. p. 641. und im neuen Hamburg. Magazin B. XII. S. 360. 365.

druckt, und folglich das darin enthaltene Flüssige in die Höhe getrieben werden. Da ferner das Wasser bey geschlossener Röhre um 0,11 eines Zolles höher stand, als das Quecksilber, so muß sich nach Canton das Wasser, wenn beyden der Druck der Atmosphäre genommen ist, mehr ausdehnen, als das Quecksilber. Um also genauer zu bestimmen, um wie viel das Wasser durch den Druck der Atmosphäre zusammengedruckt werde, nahm er eine Glasröhre von 0,01 Durchmesser, 4,2 Zoll lang, welche sich in eine Glaskugel von 1,6 Zoll Durchmesser endigte. Diese füllte er mit Quecksilber, welches er nochmals genau wog, wodurch er fand, daß ein Theil der Röhre, welcher 0,23 Zoll lang war, gerade den hunderttausendsten Theil des Quecksilbers der Kugel enthielt. Nach diesem Verhältnisse theilte er mit einer Feile die Röhre genau ab. Nun füllte er die Röhre nebst der Kugel bis zu einer gewissen Höhe mit luftleerem Wasser an, ließ die Röhre offen, und brachte sie bald unter den Recipienten im luftleerem Raum, bald unter einer Verdichtungspumpe in zusammengedruckter Luft. Vermöge seiner gemachten Abtheilungen konnte er in jedem Falle bemerken, um wie viel das Wasser oder die Wassersäule der Röhre größer wurde, sich ausdehnte, oder durch den größern Druck der dichten Luft zusammengedruckt wurde. Auf diese Art fand er durch oft wiederholte Versuche, daß ein Druck, welcher so groß als das doppelte Gewicht der Atmosphäre war, das Wasser um $\frac{1}{10870}$ seines Inhalts zusammendrucke. Um zu sehen, ob die im Wasser enthaltene Luft vorzüglich diese Zusammendruckung bewirke; brachte er eine Luftblase von 0,6 Zoll im Durchmesser in die Kugel; diese ward binnen vier Tagen von dem Wasser verschluckt. Das Wasser ließ sich aber nachmals von dem Gewichte

der

der Atmosphäre nicht stärker zusammendrucken, als ohne diese zugesetzte Luft, welches doch hätte erfolgen müssen, wenn die Luft die Ursache der Compressibilität war.

Canton trieb diese Untersuchungen noch weiter, wovon er zwey Jahre nachher der Societät der Wissenschaften von neuem Bericht abstattete [d]. Er hatte durch diese ferneren Versuche gefunden, daß das Wasser dabey die besondere Eigenschaft besitze, im Winter einer stärkern Zusammendruckung fähig zu seyn, als im Sommer; hingegen Weingeist und Baumöl sich hier gerade umgekehrt verhalte.

Wenn das Fahrenh. Thermometer auf 34 Grad stand, so wurde das Wasser durch den Druck der Atmosphäre um 0,000049 zusammengedruckt, der Weingeist aber um 0,000060 seines Raums; stand hingegen das Thermometer auf 64 Grad, so druckte das Gewicht der Atmosphäre das Wasser nur um 0,000044, den Weingeist aber um 0,000071 zusammen. Canton untersuchte auf eben diese Art mehrere Flüssigkeiten bey dem Stande des Barometers von 29½ Zoll, und bey einer Thermometerhöhe von 50 Grad Fahrenh., und fand durch das Gewicht der Atmosphäre folgende Zusammendrückungen:

Weingeist um 0,000066 des Volumens
Oliven- oder
Baumöl um 0,000048 — — —
Regenwasser um 0,000046 — — —
Seewasser um 0,000040 — — —
Quecksilber um 0,000003 — — —

Die-

d) Philos. Transact. Vol. LIV. for the year 1764. art. 47. p. 261.

Diese Größen nehmen nach der Ordnung ab, nach welcher die eigenthümlichen Gewichte der Materien zunehmen, wiewohl nicht in eben denselben Verhältnissen.

Aber diese Flüssigkeiten sind nicht nur compressibel, sondern auch elastisch; denn so wie Canton das Gewicht der Atmosphäre wegnahm, oder zuließ, dehnten sie sich aus, oder traten wieder zusammen. Eben daher, glaubt Canton, ergebe sich, daß diese Elasticität nicht etwa von der in diesen Flüssigkeiten enthaltenen Luft herrühre, weil sie sich jedesmal bey Zulassung oder Wegnahme des Drucks der Atmosphäre gerade um eben dieselbe Größe ausdehnten, dahingegen die Luft sich zweymal mehr ausdehnt, wenn man die Hälfte des Gewichts der Atmosphäre wegnimmt, als sie zusammengedruckt wird, wenn man den ganzen Druck der Atmosphäre wieder zuläßt.

Hieraus schließt Canton folgendes. Das Gewicht von $32\frac{1}{2}$ Fuß Seewasser ist dem mittleren Gewichte der Atmosphäre gleich, und vermöge der bisher angestellten Versuche druckt jedes hinzukommende Gewicht, welches dem Gewicht der Atmosphäre gleich ist, eine Quantität Seewasser um $\frac{4}{1000000}$ zusammen. Findet dieß nun beständig statt, so muß das Meer da, wo es zwey Meilen tief ist, durch sein eigenes Gewicht um 69 Fuß 2 Zoll, und das Wasser auf dem Boden um $\frac{13}{1000}$ zusammengedruckt seyn.

Das Wesen der Flüssigkeit des Wassers haben einige mit Cartesius in eine beständige Bewegung der Theile desselben gesetzt; andere hingegen haben weit richtiger mit Mariotte und Boerhaave angenommen, daß die Wärme die Ursache aller Flüssigkeit sey.

Uebri-

Uebrigens ist aber das Wasser allgemein als ein Element betrachtet worden.

Gewicht des Wassers.

Bey der Vergleichung der specifischen Gewichte der Körper ist das Gewicht des Wassers der allgemeine Maasstab, oder die Einheit, auf welche alle übrige bezogen werden. Daher ist es nöthig, die Größe dieser Einheit in allgemein bekannten Gewichtsmaaßen zu bestimmen, weil hievon die Berechnung aller absoluten Gewichte der übrigen Körper abhängt, wenn man dieselben aus ihren specifischen Gewichten finden will.

Wolf[e]) bediente sich zu Abwägung des Wassers eines hohlen Würfels von Messingblech, dessen innerer Raum bis an die darauf verzeichneten Linien genau einen rheinländischen Cubikzoll faßte. Das Brunnenwasser, welches diesen Raum erfüllte, wog 495 Gran Medicinalgewicht. Dabey stand die Wage so genau inne, daß, als er noch zwey Gran zulegte, der Ausschlag einen Winkel von 7 Grad machte. Hieraus fand Wolf das Gewicht des rheinländischen Cubikfußes von diesem Brunnenwasser 495000 Grän, oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen gerechnet) 7 Unzen 2 Drachmen, und er rechnet in seinen Schriften insgemein 64 Pfund Medicinalgewicht auf den Cubikfuß Wasser nach rheinländischem Maaße.

Weil sich der rheinländ. Fuß zum Pariser Fuß wie 13913 : 14400 verhält, so findet sich das Gewicht eines Cubikfußes Wasser nach Pariser Maaß, wenn man die Gewichtsangabe des rheinländischen (beynahe $64\frac{1}{2}$ Pfund) im Verhältnisse der Cubikzahlen von

e) Nützliche Versuche. Th. I. S. 12. 13.

von 13913 und 14400 vergrößert. Auf solche Art findet man 71½ Pfund Medicinalgewicht, welches nach französ. Troygewichte ohngefähr 69⅔ Pfund ausmacht. Gewöhnlich setzen die französischen Schriftsteller den Cubikfuß Wasser auf 70 Pfund Troygewicht.

Wenn aber dergleichen Versuche einige Genauigkeit in ihren Resultaten geben sollen, so muß hiebey nicht allein auf die Beschaffenheit des Wassers, sondern auch auf die Temperatur der Atmosphäre Rücksicht genommen werden. Musschenbroek f) ward hierauf zuerst aufmerksam gemacht, und fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Brunnenwasser in Troygewicht:

1740 bey 42	Grad Wärme	63 Pf.	2 Unz.	1 Dr.	4 Gr.
1743 — 33	— —	63 —	4 —	4 —	16 —
1744 — 50	— —	63 —	0 —	3 —	30¼ —
1752 — 46	— —	63 —	3 —	4 —	43 —
Regenwasser		63 —	3 —	7 —	9 —
nach s'Gravesande		63 —	7 —	3 —	40 —
nach de Volder		63 —	4 —	7 —	36 —

Ein anderes Hauptersorderniß bey Versuchen dieser Art ist, daß der Würfel, den man dazu gebraucht, auf das genaueste gearbeitet sey; denn gesetzt, man bediene sich hiezu eines Würfels von 1 oder 2 Decimalkubikzollen, so wird ein geringer Fehler, bey der Bestimmung des Gewichtes eines Cubikfußes Wasser durch denselben, 1000 oder 500 mal wiederholt, schon beträchtlich groß ausfallen. Lulofs, welcher nach van Swinden's Zeugniß hierauf sehr große Sorgfalt wandte, und sich auch eines größern, mit vorzüglicher Genauigkeit gearbeiteten Würfels bediente,

f) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 1499.

te, fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Regenwasser von 64° Wärme nach Fahrenh. 62 Pfund 9 Unzen 5 Drachm. 36 Gran Troygewicht.

Eis.

Die merkwürdige Erscheinung, daß das Wasser ohne zu gefrieren eine weit größere Kälte aushalten kann, als sonst dazu gewöhnlich nöthig ist, und welche Fahrenheit zuerst bemerkte, hat Martin Triewald, Maschinendirektor des Königs von Schweden, in einem Briefe an Sloane [g]) bestätigt. Er nahm am 15ten Dec. 1729 eine lange Flasche mit Wasser, worin sich cartesianische Männchen befanden, bey starker Kälte von einem Gestell herab, und fand das Wasser vollkommen flüssig; als er aber mit der Hand auf die Blase über der Oeffnung druckte, verwandelte es sich in Zeit von einer Sekunde in Eis. Auch Musschenbroek [h]) hat diese Versuche mit Wasser in wohl verstopften Flaschen wiederholt, welches die Nacht über einen starken Frost aushielt, sobald er aber den Stöpsel abzog, sich binnen einer Minute mit Eisblättern anfüllte.

Ferner führt der Herr von Mairan [i]) an, er habe vom Herrn Jallabert, Prof. der Mathematik zu Genf, erfahren, daß Herr Micheli ihm vor etlichen Jahren folgendes geschrieben habe: wenn man das Thermometer in einen gläsernen Cylinder steckt, welcher ohngefähr einen Zoll weit und 7 bis 8 Zoll lang ist, denselben voll Wasser gießt, mit einem Deckel

g) Philosoph. Transact. n. 418.

h) Tentam. experiment. Acad. del Cimento.

i) Abhandlung vom Eise. Leipz. 1752. 8. S. 165. f.

Deckel von Pappe bedeckt, und hernach dieß Gefäß sammt dem Thermometer in eine ganz stille Luft setzt, die 11, 12, 13, 14 auch wohl 15 Grad (nach Mitchell's Thermometer) kalt ist, so wird dieses Wasser endlich eben den Grad der Kälte annehmen, und das Thermometer darin auf eben den Grad fallen, ohne daß das Wasser gefriert. Rührt man aber alsdann nur die Oberfläche dieses Wassers mit einem eisernen Drathe an, den man mit Schnee oder Eis gerieben hat, so sieht man viel kleine Splittern Eis entstehen, und das Thermometer steigt schnell auf 10$\frac{3}{4}$ Grad, welches beynahe der Frostpunkt ist.

Der Herr von Mairan selbst hat eine ganze Reihe Versuche hierüber angestellt, wobey Wasser, über dessen Oberfläche Baumöl gegossen war, bey einer Kälte von 5 Graden unter dem Frostpunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüssel an das Gefäß klopfte, da denn nach 12 bis 18 Schlägen das ganze Wasser mit Eisschiefern vermengt war. Als er aber das Baumöl mit einem Löffel wegnahm, so ward das Wasser ganz zu Eis, bis auf etliche Tropfen, welche flüssig blieben, und an den Spitzen, womit das Eis besetzt war, herabflossen. Sie gefroren aber auch in einem Augenblicke, und 15 oder 20 Minuten hernach war das Stück Eis vollkommen fest, sowohl inwendig, als auch auswendig. Das hinein gesenkte Thermometer stieg während dieser Zeit, und die entstandenen Eissplitter in anderes Wasser geworfen schwammen auf demselben.

Das Wasser, welches anfänglich zwischen den kleinen Eissplittern war, fror mit ihnen zusammen, und machte ein den Sinnen nach einförmiges Gewebe mit ihnen aus. Die Luftblasen entstanden darin nach etli-

etlichen Stunden, und den andern Tag zeigten sie sich weit größer und häufiger. Viele von diesen Blasen in den Gläsern, woraus er die vorhergehenden Tage das Eis nicht genommen, hatten die Gestalt von Glastropfen angenommen, deren Kopf beynahe der Axe des Afterkegels oder des Gefäßes, und der Schwanz dem innern Rande zugekehrt war.

Nach dem Herrn von Mairan ist die wahrscheinlichste und nächste Ursache dieser Wirkung nichts anders, als die Ruhe der Wassermasse. Eine ähnliche Ruhe derjenigen Masse Luft, welche die Oberfläche des Wassers berührt, bringe beynahe eben diese Wirkung hervor, oder trage doch etwas dazu bey. Die erste dieser beyden Ursachen werde uns durch ihr Gegentheil angedeutet, nämlich durch die Bewegung und Erschütterung des flüssigen Körpers; die andere durch die Veränderung der Luft, oder durch Hervorbringung frischer Luft.

Carl Wilke [k]) hat über diesen Gegenstand neuere Versuche angestellt, von welchen einige angeführt zu werden verdienen. Er stellte einige kalte Glasröhren, welche mit Wasser angefüllt gewesen waren und in einem Zimmer, wo das Thermometer 8 Grad unterm Eispunkte stand, gestanden hatten, ohne daß das Wasser darin gefroren war, ins Wasser, und sahe mit Vergnügen, mit welcher Geschwindigkeit die Eisschiefer davon gleichsam anwuchsen und die ganze Wassermasse erfüllten. Um eine so schöne Erscheinung öfter zu sehen und besser zu untersuchen, trug er die Glä-

k) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXI. S. 87. f. der Uebers.

Gläser in ein warmes Zimmer, da das lockere Eis bald aufthauete, und stellte sie alsdenn wieder in die vorige Kälte, wo das Thermometer noch 6 Grad unterm Eispunkte stand. Nach 6 Stunden bemerkte er mit einiger Veränderung dasselbe Gefrieren in den Gläsern wie vorhin. Als er aber die gläserne Röhre in die größte gläserne Kugel, 6 Zoll im Durchmesser, setzte, so entstanden darin keine Eisschiefer, wie vorhin. Dagegen fiengen kurz darauf von dem Boden der Kugel eine Menge der schönsten und ordentlichsten sechsstraligten Sterne oder Schneegestalten aufzusteigen an, die in einer wagrechten Stellung sich ganz langsam durch das klare Wasser erhoben, im Aufsteigen augenscheinlich größer wurden, und endlich an der Kugel obern Theile stehen blieben, wo sie ein feines sogenanntes Krafeis ausmachten, das ohne ferneres Wachsthum das übrige Wasser klar und ungefroren ließ. Diese unerwartete Erscheinung reizte seine Aufmerksamkeit um desto mehr, weil noch niemand vor ihm einen so merkwürdigen Umstand wahrgenommen hatte, und er vermuthete nicht ohne Grund, sich daher gegründete Vorstellungen machen zu können, sowohl wie des natürlichen Schnees Gestalten entstehen, als auch, woher alle übrige Figuren beym Gefrieren des Wassers kommen. Bey seinen Beobachtungen und Bemerkungen setzt er als etwas Allgemeines voraus, daß ungleiche Gestalt und Beschaffenheit des gläsernen Gefäßes, und selbst des Wassers nichts besonders in der Sache ändern. In metallenen und hölzernen Gefäßen hat es ihm noch nicht gelingen wollen, das Wasser ungefroren zu behalten. Wenn die Gläser kleine Oeffnungen besitzen, so kann man sie unbedeckt lassen; über größere bindet man eine Blase, oder bedeckt sie mit einer gläsernen Glocke. See- Brunnen-

und

und Schneewasser, gekochtes und ungekochtes, destillirtes, luftfreyes und luftvolles Wasser, sind alle mit einerley Figuren gefroren. Nur Wasser, das mehr oder weniger gesalzen, oder auf andere Art vermischt war, hat er jedoch noch nicht genug untersucht. Das Gefrieren des Wassers wird durch irgend einen kalten Körper erregt. Der Deutlichkeit wegen unterscheidet er hiebey Eisfiguren, die in freyem Wasser aufgestiegen sind, von andern, die an des Gefäßes Seiten oder des Wassers Oberfläche entstehen oder emporkommen. Die ersten nennt er freyes Mitteleis, die letztern Seiteneis.

Ansehen und Beschaffenheit des Mittel- oder Sterneises richten sich nach der Kälte, die das Wasser vor dem Gefrieren erhalten hat. Wasser, welches noch einen ganzen oder halben Grad Wärme über den Eispunkt des schwedischen Thermometers hat, läßt sich auf keine Weise durch kalte Körper zum Anschießen in Eiskrystallen bringen. Diese Körper werden nur von einer weißlichten mit Luft untermengten Eisschale überzogen. Doch gelingt der Versuch nur mit sehr kalten Körpern, als mit einer Glasröhre voll Schnee und Kochsalz u. d. gl.

Steht die Wärme des Wassers auf den Eispunkt selbst, und wird es sodann in ein kaltes Glas gegossen und da umgerührt, oder sehr kaltes Quecksilber u. d. gl. hineingegossen, so entsteht in großer Menge eine kleine Eisgestalt, die gleichsam der Grund und Anfang aller übrigen ist. Es ist eine kleine, kreisrunde, glatte, sehr dünne klare Eisscheibe, wie ein Pfennig, ohne einige Anzeige von Luftblasen. Diese kleinen runden Scheibchen begeben sich alle in wagrechter Stellung aufwärts, und sind oft sehr häufig. Sie sehen ohngefähr gleich dick aus,

bey

bey genauerer Betrachtung aber findet man sie oben rundlich und unten platt. Gießt man durch einen papiernen Trichter in solches Wasser Quecksilber, das in Schnee und Kochsalz abgekühlt ist, so friert das Wasser um den niederschießenden Strahl plötzlich zu einem hohlen Eiscylinder, der nachgehends im Wasser aufschwimmt.

Hat das stillstehende Wasser eine Kälte von einem halben oder ganzen Grad unter dem Gefrierpunkte erreicht, so entstehen die vorigen Eisscheiben, aber nun werden sie beym Aufsteigen von einem blättrigen Rande umgeben, der auch in dieser Ebene anwächst und sichtbarlich zunimmt, sich ändert und eine ordentliche sechseckige Schneegestalt ausmacht. Hiebey bemerkt er: 1. die mittelste Scheibe erreicht oft mit einem wohl begränzten Kreisrande den Durchmesser einer Linie, ehe man merkt, daß etwas daran herausschießt; 2. vom Anfange schießen nicht nur sechs ordentlich gestaltete Blätterchen heraus, sondern der ganze Rand wird von viel mehreren gleich großen rundlichen Ausschüssen umgeben; 3. die sechse aber, welche dem Stern seine Gestalt geben, wachsen schneller und bekommen neue Seitenäste, dadurch trennen sie sich gleichsam von den übrigen und verdrängen derselben Wachsthum; 4. das Wachsthum dieser Strahlen scheint oft gleichsam ein wenig stille zu stehen, und dann wiederum mit neuem Triebe anzufangen, daß mehr verschiedene Figuren in einander liegen. Eben das erfolgt, wenn mehrere schon gewachsene Sterne sich zusammen legen, von denen, welche unten der obern Wachsthum hindern; 5. wenn diese Figuren in wärmeres Wasser kommen, welches hiebey allemal geschieht, so schmelzen die feinen Strahlen, und daraus ent-

entstehen neue Gestalten; 6. wie das Wasser bey diesen Eisbildungen etwas wärmer wird, so werden auch die Figuren nach und nach kleiner, unvollkommener und endigen sich zuletzt mit einzelnen Scheiben, worauf das Seiteneis allein zunimmt, wenn man das Glas noch in der Kälte läßt; 7. schüttet man in dieses Wasser von Anfang an sehr kaltes Quecksilber, so wächst Eis vom Boden wie ein kleiner Wald auf, mit Eisblättern, von welchen Sterne ausgehen.

Hat das Wasser 2 Grad Kälte, so darf man nur einige Körner Schrot hineinfallen lassen, um eine Menge schöner Sterne zerstreuet wahrzunehmen, welche alle ein rundes Scheibchen zum Mittel haben, aber kleiner als zuvor; ihre feinern Aeste wachsen auch um viel schneller und gleicher, so daß die Figur bald die Größe eines weißen Stüberstücks erreicht; endlich werden sie kleiner, gleichen den vorigen, und schließen sich auch gewöhnlich mit Scheiben- und Seiteneis.

In noch kälterm Wasser entstehen diese Sterne auf dieselbe Art, aber sie wachsen so schnell zum Durchmesser eines oder mehr Zolle, daß das Auge ihrer Bildung kaum folgen kann, ehe das ganze Wasser von ihnen eingenommen wird. Die kleine mittlere Schale ist nun kaum mehr zu sehen, dagegen gehen sechs starke Hauptstrahlen von diesem Mittelpunkte aus, und treiben seitwärts unter Winkeln von 60 Grad andere kleine Seitenzweige, die von neuem mit noch kleinern geziert sind, und zusammen ein Gewebe wie ein Netz ausmachen, von dessen Beschaffenheit folgendes zu bemerken ist: 1. dieser ganze vollkommene Eisstern macht eine einzige dünne Ebene aus, 2. auf einer Seite ist er ganz glatt und spiegelnd, auf der andern erhaben und gleichsam gravirt, 3. der ganze Stern und

und dessen Strahlen mitten, und nahe an der Mitte, ist dick; je weiter man aber davon wegkommt, desto mehr nimmt er ab, wobey die stärksten Strahlen am meisten erhoben sind, und die feinern, als dünnere, gegen einander geneigt sind.

Das Erwachsen dieser Eisblätter und aller ihrer Aeste verhält sich folgender Maaßen: der erste Hauptstrahl, nicht wie eine scharfe Spitze, sondern vorn wie ein abgerundetes Blatt, treibt im Wasser nach einer geraden Linie fort, spaltet sich aber zugleich allemal in zwey andere Seitenblätter, die auf die Seite geruckt werden, indem es selbst wieder vordringt. Oft hemmt sich dieser Zuwachs damit, daß der Hauptstrahl am Ende wie gespalten wird. Auf die erste Art entstehen fast jeden Augenblick neue Aeste seitwärts, die alle wieder nach eben dem Gesetze seitwärts neue Seitenäste abgeben; die aus ihren Spitzen wie aus einer Quelle hervorbrechen, behalten nicht alle ihren Wachsthum, sondern die meisten bleiben bald stehen, und werden gleichsam von einigen erstickt, die den stärksten Trieb haben, und durch Austreibung der Seitenäste den übrigen gleichsam die Materie wegnehmen, oder den Weg versperren. Auf solche Art sondert sich oft ein Seitenast vom Hauptaste, und wieder sein kleiner Schößling von ihm, woraus mehrere und ungleiche netzähnliche Gewebe entstehen, in welchen man mannichmal den ersten Stern oder Mittelpunkt schwerlich erkennt. Alle diese Schößlinge wachsen am besten und verbreiten sich nach der Seite, wo das freyeste Wasser ist, stehen aber still, sobald sie an einander oder an die Seite des Glases kommen. Davon rührt auch ein anderer Umstand her, der sowohl bey diesen als bey den vorigen kleinen Figuren vorkömmt. Man sieht nämlich

nämlich mannichmal zwey Figuren an einander gehängt und wie gegen einander geneigt, als ob mehrere Strahlen in unterschiedenen Ebenen aus einem Mittelpunkt giengen. Dieß ereignet sich, wenn die ersten kleinen Stammscheiben sich so mit den Rändern zusammensetzen, daß sie einen Winkel machen, und alsdenn jede in ihrer Ebene Strahlen treibt. Alsdenn hindert meistens der eine Stern des andern Wachsthum, daher wird auch gemeiniglich einer nicht mehr als halb. Ebenfalls ereignet es sich, daß die ersten Hauptstrahlen sich so durch einander setzen, daß daraus zwey fast vollkommene Sterne entstehen, welches doch sehr selten ist. Solche Figuren sind auch nicht häufig. Die beste Gelegenheit, den beschriebenen Eiswuchs zu bemerken, ist, wenn man die Oberfläche des Wassers mit einer kalten Spitze oder einem Eiszapfen berührt, dadurch wird des Sternes Mittelpunkt an diesem Ort festgesetzt, und die Blätter wachsen nachgehends niederwärts ins Wasser.

Alle diese beschriebenen Figuren haben sich selten oder nie in etwas kaltem Wasser gewiesen, daß nicht sogleich, oder alsobald darauf an des Glases Seiten herum mehrere andere Eisfiguren entstanden sind, die dem ersten Ansehn nach jenen ziemlich unähnlich waren, eine mehr unordentliche Gestalt hatten, und fast gänzlich dem gemeinen Seiteneise ähnlich waren, womit Wasser, das offener Kälte ausgesetzt ist, von auswendig hinein zu frieren pflegt. Dieß Eis ist dem Ansehen nach von zweyerley Arten, 1. das erste zieht sich mit langen gleichen spitzigen Strahlen an der Fläche des Glases oder des Wassers hin, aber innerhalb des Wassers treibt es eine Menge Schößlinge, die den vorigen Sternen ähnlich sehen. Dieses Eis entsteht so, daß einige der vorigen Sterne bey ihrer ersten Bil-

dung

dung sich mit einem Rande an die Fläche des Glases oder des Wassers gehängt haben, und von da an innerhalb des Wassers zu ihrer ersten Gestalt erwachsen sind. Aber an der Seite des Glases werden die Strahlen gehindert, sich nach dieser Ebene auszubreiten, dagegen bekommen die Strahlen, die sich an das Glas geheftet haben, gleichsam einen neuern, stärkern Trieb, nach dessen Fläche zu wachsen, zugleich aber innerhalb des Wassers eine Menge Seitenwege und Blätter auszutreiben, welche alle mit dem ersten Sterne in einer Ebene sind. An der Seite dieses Glases werden diese Seitenschößlinge wieder in einen breitern, und auf mancherley Art kantigen Eisrand gezwängt. Diese Verwandlung der Sterne kommt bey dem ersten Versuche so oft vor, daß man alle übrige Abänderungen nur für Wirkungen einer und derselben Ursache halten muß. 2. Das andere unordentliche Seiteneis ist dasjenige, welches auf die ersten Anschießungen folgt, und die Flächen sowohl des Glases, als der Sternblätter mit einer gleichen Eisrinde überzieht, die anfangs klar und durchsichtig ist, an Dicke zunimmt, endlich mit Luft vermengt wird, und zuletzt alle Zwischenräume der platten Eisschiefer verhüllt, und das Wasser ganz in dichtes Eis verwandelt. So wenig auch dieses Eis mit dem vorigen einerley Gestalt zu haben scheint, so bemerkt man doch bey dessen erster Bildung, daß es sich davon nicht weiter unterscheidet, als daß sich hier die platten Sterne platt an die Glasfläche legen, und solchergestalt sich nach derselben Ebene ausbreiten. Daher zeigt sich zuerst allerhand Blumenwerk, das aus mancherley runden Scheibchen zusammengesetzt ist; oft finden sich wirklich Sterne, deren Strahlen gleichförmig nach der Oberfläche forttreiben, an beyden Seiten mit blät-

trr

rigen Ausschößlingen geziert sind, die sich erweitern und die Oberfläche überziehen, dicker und unförmlicher werden, worauf man keine deutliche Bildung weiter wahrnimmt.

Die gleiche Eisrinde, welche die Gefäße bey künstlicher Kälte überzieht, giebt zwar eben keine Anzeigen einer Eisfigur; wenn man aber ihre Oberfläche mit einem Vergrößerungsglase betrachtet, so besteht solche aus verschiedenen parallelen Streifen oder Erhöhungen, die nicht undeutlich von einer Menge runder Scheibchen herrühren, die sich alle am Rande lothrecht gegen die Oberfläche aussen an einander gesetzt haben. Man sieht die Gemeinschaft dieses Eises mit dem vorigen noch deutlicher, wenn man in eine Mischung von Schnee und Salz nach und nach und sachte ein Glas mit ungleich abgekühltem Wasser niedersetzt, da sich dieses Eis dann auch nach den vorigen Graden richtet. Solchergestalt entsteht 1. bey Wasser, welches nicht ganz eiskalt ist, nie etwas anders, als die gleichförmig zunehmende Eisrinde, 2. bey der Eiskälte, und noch besser Einen Grad darunter, fängt das Eis mit allerhand wirbeligen Eisblumen an, wie das Laubwerk an Fensterscheiben; sie werden mit einer Eisrinde überzogen, von der an des Glases Seiten hinauf spitzige säbelähnliche Strahlen ausschießen; innerhalb des Wassers geschieht noch kein Anschießen. Hat aber 3. das Wasser schon 2, 3 oder mehr Grad Kälte, so steigen vom Boden wirkliche Sterne herauf, und erwachsen eben solche Eisblätter und Figuren, wie alle die vorigen, die das Wasser von unten herauf mit Eisschiefern erfüllen, worauf die Zwischenräume erst voll gleiches Eis zu werden anfangen.

Nach Erzählung dieser Versuche fügt **Wilke** noch folgende Bemerkungen hinzu: alle bisher beschriebene Eisgestalten haben so viel Uebereinstimmung, daß man sie nicht ohne Wahrscheinlichkeit für eine und dieselbe Erscheinung halten kann, und alle im gefrornen Wasser entstehende Eisgestalten als bloße Abänderungen der ordentlichen sechsstrahligen Sterne ansehen darf, welche eigentlich die wahre und vollkommenste Gestalt ausmachen, die das Wasser, beym Anschießen in Eis, annimmt. Sie fangen allezeit in einem kleinen Tüpfelchen, in Gestalt einer runden Scheibe, anzuschießen an, um welche die übrigen Strahlen in dieser Ebene wachsen. Größe, Ansehn und Wachsthum dieser Strahlen kommen lediglich auf den Grad der Kälte an, welchen das Wasser hat; aber daß allezeit sechs dieser Strahlen sich von den übrigen absondern, und sowohl unter sich, als mit allen Seitenästen Winkel von 60 Grad machen, das wird ohne Zweifel durch einen besondern Bau und Gestalt der Wassertheile verursacht.

Ohne Thermometer wird man nicht leicht die oben beschriebenen Gestalten einiger Maaßen zuverlässig erhalten, daher verdient auch desselben Steigen und Fallen bey diesen Versuchen besondere Aufmerksamkeit; 1. wenn es ganz ins Wasser gesenkt ist, so fällt es nach und nach bis gegen eben den Grad, den ein anderes daneben in der Luft hangendes zeigt, nach dem Maaße wie das Wasser kalt wird. Aendert sich die Wärme der Luft, so steigt es wieder langsam, und das stillstehende Wasser bleibt unverändert flüssig. 2. Sobald sich Eis auf die eine oder andere Art im Wasser anzusetzen anfängt, empfindet das Thermometer diesen Umstand, und steigt auf ein-

einmal schnell zum Eispunkte, sobald die Eissterne oder Eisscheiben die Eintheilung oder die Kugel berühren. Wächst das Eis vom Boden herauf und erreicht es das Thermometer, so ist es angenehm zu sehen, wie schnell sowohl das Thermometer steigt, als auch das Eis selbst sich an dessen Eintheilung und dem Faden, an dem es hängt, hinzieht, bis an die Wasserfläche hinauf, als hätte der von unten herauskommende Eiswuchs an diesen Körpern einen leichtern Weg oder eine Leitung zu folgen gefunden. Man sollte vermuthen, diese Körper würden durch das Eis kälter, weil sich das Eis eben so um kalte Körper, die ins Wasser gesetzt werden, ansetzt, aber das Steigen des Thermometers giebt zu erkennen, daß sie wirklich wärmer werden. Das Eis, welches wärmeres Wasser abkühlt, verursacht also in einer Sache, die kälter als eiskalt ist, eine wirkliche Wärme. Hieraus ist es zu begreifen, wie das Ansetzen des Eises mit dem Grade 0 auf dem Thermometer zusammenhängt. Dieses wird 3. dadurch bestätigt, daß, nachdem das Thermometer einmal bis zum Eispunkte gestiegen oder gefallen ist, und das Eissetzen sich angefangen hat, das Wasser nicht mehr wie vorhin in der Kälte noch kälter wird, sondern zu Eis gefriert, welches alsdann erst noch größere Kälte annehmen kann. Hieraus versteht man die bey den Eissternen bemerkte Ordnung, daß die größten zuerst kommen, und endlich nur die kleinen in eiskaltem Wasser gewöhnlichen runden Scheibchen.

Weil das Thermometer in stillstehendem kalten Wasser unter den Eispunkt fällt, ohne daß das Wasser dabey zu Eis wird, sondern noch flüssig bleibt, so ist klar, daß die Entstehung des Eises nicht allein

auf diesen bestimmten Grad der Kälte ankommt, sondern daß noch eine andere Ursache hiebey wirksam seyn muß. Diese Ursache glaubt Wilke in nichts anderm zu suchen, als in der Bewegung und dem Schütteln der Wassertheilchen oder der Anrührung mit einem kalten Körper, der ins Wasser kömmt.

Das Eis selbst scheint, so zu sagen, eine vervielfachende Kraft zu besitzen. Man sieht dieß schon an den Sternen und Eisblättern, welche im freyen Wasser zunehmen, auch ist nichts kräftiger, das Anschießen des Eises zu erregen, als schon vorhandenes wirkliches Eis, daher man auch bey Gläsern, die nicht ganz voll sind, genau zusehen muß, daß nicht beym Schütteln u. d. gl. der obere kältere Rand des Glases die ersten Eisschalen verursacht, die man nachdem für Wirkungen der Bewegung ansehen könnte. Aus eben dem Grunde thun kleine mit Eis überlaufene Körper allemal mehr Wirkung als bloß kalte und trockene. Die Wirkung dieses Eises auf kaltes Wasser, sagt Wilke, hat doch etwas sonderbares. Das Thermometer zeigt, daß das Eis selbst bey seinem ersten Entstehen nicht mehr Kälte hat, als der Eispunkt zeigt; gleichwohl thut dieses Eis eben die Wirkung auf alle andere Körper, indem es Eiswuchs verursacht, zugleich aber dem entgegengesetzt, was man vermuthen sollte, macht es das Wasser wärmer. Diese seltsame Erscheinung zu erklären unternimmt sich aber Wilke nicht. Er zieht bloß aus seinen gemachten Versuchen einige allgemeine Anwendungen und Schlüsse.

Alle Eisfiguren von der kleinsten bis zur größten, sofern sie nicht an andere Körper fest geworden sind, schwimmen allemal im Wasser auf, ob sich gleich

in

in ihm keine Spur eingemengter Luftblasen findet, mithin scheint hierdurch die Streitfrage zulänglich mit ja beantwortet: ob Eis leichter ist, als das Wasser, aus dem es entstanden ist? Man bemerkt, sagt Wilke, nicht eher einige Luftblasen, als bis sich das gleichförmig zunehmende Seiteneis zu bilden angefangen hat. Indessen schwimmt das kleinste Scheibchen sowohl aufwärts als der größte Eisstern, welches unläugbar zeigt, daß die Wassertheilchen in einen lockerern Körper zusammengefügt worden sind.

Die in reinem und unvermengtem Wasser aufsteigenden sechsstrahligen Sterne beweisen, daß alle solche Bildungen in andern Wassermischungen einzig und allein von den Wassertheilen selbst herrühren, und daß alle übrige Theile nichts anders thun, als theils das Gefrieren des Wassers hindern, theils feinere Ramificationen veranlassen.

Unter dem Ausdrucke Krafeis oder Bodeneis versteht er dasjenige Eis im Großen, welches mit den beschriebenen Eissternen und Eisblättern im Kleinen gleichartig ist. Block [1]) hat dieses Eis, welches den Motalastrom und andere Ströme hemmt, beschrieben. Es ereignet sich nie im Frühlinge, nachdem das Eis losgegangen ist, oder bey Thauwetter, sondern meistens vor Weihnachten selbst, selten nach Weihnachten; aber allemal bey der ersten einfallenden strengen Kälte nach vorhergegangener gelinden Witterung, besonders trockenen und schneelosen Wintern. Wenn sich aber der Winter einmal eingestellt hat, und die Seen mit Eis bedeckt sind, so hat man den Strom nie

1) Anmärkningar öfwer Motala Ström-stadnande. 1708.

nie auf diese Art gehemmt gefunden. Alles dieß, sagt Wilke, so wie auch die Beschreibung von dem Aussehen des Eises, stimme mit seinen Versuchen überein. Das Wasser, welches zu solchem Eise frieren soll, müsse zuvor kälter als eiskalt seyn, welches nicht statt finde, sobald schon Eis vorhanden oder Schnee hineingefallen sey. Diese Abkühlung könne das Wasser nur im ersten trockenen und schneelosen Winter um Weihnachten u. s. f. erlangen, und sie ereigne sich am leichtesten an denjenigen Stellen, wo der Grund steinigt sey, oder Felsen darunter fortstreichen. Wenn hierauf plötzlicher Wind Schnee, kalte Erde, Sand u. d. gl. ins Wasser treibt, so erfülle sich das Wasser vom Boden herauf auf einmal mit einer Menge von Eisblättern, die nach den Umständen ein wirkliches Boden- oder Grundeis ausmachen, das durch schnellen Zuwachs das ganze Wasser bis oben hinauf mit sogenannten Krapp- oder Kraseise erfüllen kann. Man habe daher an des gemeinen Mannes wahrhaften Berichten von solchem Eise nicht zu zweifeln, noch mit den Gelehrten auf eine eismachende Materie zu desselben Erklärung zu denken; die ganze Sache beruhe nur auf einem geringen Unterschiede zwischen des Wassers und anderer Körper Zustand der Wärme und Kälte. Vielleicht könnte man der größern Abkühlung und dem daraus entstehenden Kraseise dadurch zuvorkommen, daß man schon vorhandenes Eis ins Wasser würfe.

Schon Hales [m]) hatte die gemeine Meynung von der Entstehung des Grundeises vertheidigt, und diese seine Vertheidigung auf eine von ihm angeführte Beobachtung gegründet. Er hatte nämlich ein Eis-

bette

m) Vegetab. statiks. im Anhange.

hette wahrgenommen, welches sich demjenigen Eise, das sich auf der Oberfläche des Wassers gebildet hatte, gerade gegenüber gelagert hatte. Nachdem er nun das obere Eis durchstoßen und unteres Eis aufgefangen hatte, so fand er dasselbe von einer Dicke von beynahe ½ Zoll, es besaß aber mehrere Höhlungen, war mehr schwammigt und weniger fest, als das obere Eis. Hales fügt hinzu, das untere Eis sey mit dem Grunde des Bodens der Flüsse verbunden, und führe auch mehrentheils Sand und Steine mit sich. Dagegen wollte aber der Abt Nollet [n]) im Jahr 1743, wo die Seine zugefroren war, durch viele Beobachtungen wahrgenommen haben, daß die Meynung vom Grundeise eine irrige Behauptung sey. Es wäre natürlich, daß das Wasser an der Oberfläche, wo es die kältere Luft berühre, am ersten seine Wärme verlieren und sich in Eis verwandeln müsse, und die an solchen Eisschollen befindlichen Spuren von Sand, Erde und Steine zeigten nicht Entstehung am Boden, sondern am Ufer an.

Ueber die Ausdünstung des Eises hat Wallerius [o]) weitere Versuche angestellt, um vielleicht einige noch nicht so bekannte Gesetze ausfündig zu machen. Den 16ten Dec. 1736 füllte er einen Cubikzoll von verzinntem Eisenbleche mit reinem Wasser, und setzte es nachher ans offene Fenster. Das Wasser fieng bald an, sich mit Eis zu überziehen, welches gegen 6 Uhr Morgens, da er mit der kleinsten Wage fand, daß aus dem Würfel $1\frac{5}{8}$ Aß ausgedunstet waren,

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1743.

o) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. IX. S. 235. der deuts. Uebers.

waren, so stark war, daß er den Würfel ganz auf die Seite legen konnte, ohne daß das geringste heraus lief. Die zwey Stunden über stand das Thermometer am niedrigsten 22, am höchsten 26. Von 6 bis 8 Uhr desselben Morgens dunstete der Würfel $3\frac{13}{16}$ Aß aus. Das Eis war nun sehr stark und dick, der Himmel ganz klar mit einer schönen Morgenröthe, bis 10 Uhr dunsteten $2\frac{13}{16}$ Aß aus; von 10 bis 12 Uhr $3\frac{11}{16}$ Aß. Ob es nun gleich wärmer war als zuvor, so konnte er doch nicht finden, daß sich etwas auflößte; von 12 U. bis 2 U. Nachm. waren $3\frac{5}{16}$ Aß ausgedunstet; von 2 bis 4 Uhr $1\frac{3}{4}$ Aß. Den 14ten Dec. hatte er denselben Würfel mit Wasser angefüllt, und ihn auf eben die Art und in eben die Umstände gesetzt, wie den 16ten Dec., wo er denn fand, daß er von 6 Uhr des Abends bis 6 Uhr Abends des folgenden Tages $15\frac{1}{2}$ Aß, aber von 6 Uhr dieses Abends bis um 6 Uhr des folgenden Tages ein eben so großer und eben so gemachter Würfel $24\frac{1}{4}$ Aß ausgedunstet hatte. Während der ersten 24 Stunden war zwar das Wasser mit einem dünnen Eise überzogen, doch fiel das Wärmemaaß nie unter 25, sondern hielt sich meistens zwischen 30 und 40. Die letztern 24 Stunden war dickeres Eis und stärkere Kälte, so daß sich das Thermometer nun zwischen 27 und 25 hielt, und nie bis 34 stieg.

Ob es nun gleich gewiß sey, bemerkt Wallerius, daß mehr Wärme die Ausdünstung des Wassers vergrößere, so finde man doch augenscheinlich aus gegenwärtigem Versuche und vielen andern, die er der Kürze wegen übergehe, daß das Wasser mit Eis überzogen allezeit mehr ausdunstet, ob es gleich zuvor wärmer war und jetzt kälter ist. Ja, je stärker die Kälte

Was-

Wasser angreift, das in Eis verwandelt werden soll, desto größer ist auch desselben Ausdünstung.

Um die Ausdünstung des Eises noch besser kennen zu lernen, brauchte er größere Ausdünstungsgefäße; alle seine Versuche aber bestätigten diesen Satz, daß, wenn sich das Wasser in Eis verwandelt, es allezeit mehr ausdunstet, ob es gleich zuvor wärmer war, und nun kälter ist. Dagegen, wenn es in Eis verwandelt ist, giebt größere Wärme mehr Ausdünstung.

Uebrigens bemerkt Wallerius noch, daß die Ausdehnung des Eises, mithin desselben ausdehnende Kraft, nicht von Luftblasen herrühren könne, wie viele der Meynung gewesen sind; denn man habe bisher die Luft noch nicht so stark zusammenzupressen vermocht, daß sie dicke Glas- und Metallkugeln zersprengt hätte, welches gleichwohl vom Wasser, das sich in Eis verwandle, geschehe.

Die starke Ausbreitung des Eises zeuge genugsam von einer innern Bewegung, und folglich, daß das Wasser nicht deßwegen mit Eis überzogen werde, weil seine Theile alle ruhig beysammen lägen. Selbst die beständige Ausdünstung des Eises, die ohnstreitig eine innere Bewegung erfordere, von was für eine Ursache solche auch herrühren möge, überzeuge uns von der Richtigkeit dieser Sache. — Allein schon Wolf hatte eine bessere Ursache von der Ausdünstung des Eises angeführt (Th. III. S. 316. f.).

Noch neuere sehr zahlreiche Versuche über das Ausdünsten des Eises führt Baron an [p]), aus wel-

p) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1753.

welchen er Resultate zieht, die denen der meisten Physiker ganz entgegen sind; 1. sey es weit gefehlt, daß die Kälte als Kälte das Ausdünsten des Wassers befördere, sie diene vielmehr, dieselbe zu schwächen und zu vermindern, wenn das Wasser der Bewegung der Luft ausgesetzt worden; denn 9 Unzen Wasser hätten durch die Ausdünstung binnen 4 Tagen nicht mehr als 21 Grän verlohren, da im Gegentheil 2 Unzen Wasser dem Gefrieren in freyer Luft ausgesezt in weniger als einem halben Tage 10 Grän verlohren haben; 2. die Ausdünstung des Wassers hange von einer innern Bewegung ab, welche sich so lange erhalte, als es flüssig sey, und die Luft diene bloß, die Theile, welche sich von der Oberfläche getrennt hätten, fortzuführen, und dadurch Gelegenheit zu geben, daß sich andere Theile absondern könnten; 3. das Wasser höre sogleich auszudünsten auf, sobald es zu Eis geworden sey; 4. die Verminderung, welche man am Eise, das der freyen Luft oder dem Winde ausgesetzt worden, wahrnimmt, ist keine Wirkung der Ausdünstung, sondern vielmehr Wirkung einer außerordentlich feinen Zertheilung, welche der Wind, der das Eis stößt, unaufhörlich mit sich fortführt; oder mit einem Worte: die Ausdünstung des Wassers ist eine wahre Ausdünstung, die des Eises aber nicht.

In der That, wenn das Wasser ausdunstet, so ändert dasjenige, was davon geht, seine Form und seine Natur; aber dasjenige, was sich vom Eise los macht, bleibt unverändert, und ist nichts weiter als ein sehr feiner Eisstaub. Geschieht es also, daß dieser feine Eisstaub durch den Wind in Ueberfluß mit fortgeführt wird, so erzeugt er einen außerordentlichen Grad von Kälte, und dieß ist vielleicht die Ursache, wel-

welcher man eine oftmals erfolgende schleunige Kälte zuschreiben muß.

Baron gründet diese seine Theorie auf eine Beobachtung, welche der Schiffskapitän Middleton q) in der Hudsonsbay gemacht hat; er bemerkt nämlich, daß die Nebel, welche von den Polargegenden herkommen, augenscheinlich eine unendliche Menge sehr kleiner Eisnädelchen enthielten, welche, wenn sie sich ans Gesicht oder an die Hände legten, Schmerzen verursachen. Diesen sehr feinen Eistheilchen schreibt er die weit empfindbarere Kälte zu, als sie das Thermometer anzeige, und welche man in England an solchen Tagen wahrnehme, wenn der Wind von Norden komme.

Was die Festigkeit des Eises betrifft, so ist diese außerordentlich beträchtlich. In dem sehr strengen Winter des Jahrs 1740 erbauete man in Petersburg einen Pallast von Eis, der $52\frac{1}{2}$ Fuß lang, $16\frac{1}{2}$ breit, und 20 Fuß hoch war, ohne daß durch die Last der obern Theile und des Daches, welches ebenfalls von Eis war, das Unterste des Gebäudes im geringsten wäre beschädigt worden. Die Materialien dazu hatte man aus der ganz nahen Newa genommen, worin das Eis 2 bis 3 Fuß dick war. Die Eisblöcke, welche man aus diesem Flusse brachte, wurden erst mit großem Fleiße zugehauen, und zierlich ausgearbeitet. Dieß kann man aus der Beschreibung ersehen, welche Kraft davon herausgegeben hat. Vor dem Gebäude standen sechs Kanonen von Eis, die auf der Drehbank gemacht waren, mit ihren Laffeten und Rädern ebenfalls von Eis, und 2 Mörser zu Bomben, die nach eben den Proportionen, wie die gegossenen, gear-

q) Philos. Transact. Vol. XLII. num. 465.

gearbeitet waren. Die Kanonen hatten die Größe der Sechspfünder, die gewöhnlich mit 3 Pfund Pulver geladen werden. Man lud sie aber nur mit $\frac{1}{4}$ Pfund, und brachte eine Kugel von gestopftem Hanf, bisweilen auch eine eiserne, hinein. Die Kugel durchbohrte ein 2 Zoll dickes Bret in der Entfernung von 60 Schritten. Das Eis der Kanonen konnte nach den gewöhnlichen Verhältnissen nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick seyn; demungeachtet widerstand es der Gewalt einer heftigen Explosion.

Ueber die Ursache der Kälte haben einige Physiker ganz eigene Meynungen gehabt. Musschenbroek [r]) meint, das Gefrieren rühre gar nicht unmittelbar von der Kälte, sondern von dem Eindringen einer feinen Materie her, die sich mit dem kalten Wasser mische, eine Gährung oder Aufbrausen veranlasse und die Theile befestige. Seine Gründe sind: das Eis sey nicht in Ruhe; denn die Blasen nähmen beym Fortgange des Gefrierens zu, es zersprenge die Gefäße, dehne sich aus und dünste. Es schwelle zu sehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blasen zusammengedruckt sey. Mannichmal bleibe das Wasser flüssig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte stehe, zumal in Gefäßen, wenn nämlich die frostmachende Materie nicht frey durch die Wände dringen könnte. In Holland friere es nicht beym Nordwinde, der über die kältesten Gegenden komme, sondern beym Ostwinde, der über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit sich führe. Der Frost sey mannichmal nur in einem kleinen Bezirk Landes eingeschränkt, richte sich auch nicht nach den geographischen Breiten. Kranke ahndeten den Frost vorher

r) Introductio ad philos. natur. §. 1504. sqq.

her wegen der in der Luft befindlichen fremden Theile; gefrornes Wasser sey nicht mehr so geschickt zu Bereitung der Speisen; Scheidewasser mache das Wasser wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eises richte sich nicht nach dem Grade der Kälte; Wasser in eine Mischung von Salz und Schnee gesetzt, gefriere, indem die Mischung selbst schmelze. — Allein alle diese Gründe lassen sich ohne Zwang aus der Entziehung der Wärme herleiten.

Winkler s) nimmt an, die sonst runden Wassertheilchen würden beym Gefrieren zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckige Körper zertrennt, woraus er vornämlich die Vergrößerung des Volumens beym Eise erklären will. In einer neuern Schrift t) sieht er zwar die Festigkeit des Eises als den natürlichen Zustand des vom Feuer verlassenen Wassers an, leitet aber die Vergrößerung des Volumens davon her, daß sich die Wassertheile bey der Berührung in hohle elastische Kügelchen vereinigen.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer.

Bisher hatte man verschiedene Materien zu hygroskopischen Substanzen vorgeschlagen, ohne jedoch darauf zu denken, ob sie den wahren Zustand der Atmosphäre in Ansehung der Feuchtigkeit und Trockenheit verhältnißmäßig anzeigten. Selbst in diesem Zeitraume hat man hierauf eben keine sonderliche Aufmerksamkeit gerichtet, ob man gleich anfieng, dem Hygrometer festere und bestimmtere Punkte zu geben.

s) De causa frigoris et glaciei. Lips. 1737. 4.

t) Unde vim elasticam adipiscatur aqua rarescens. Lips. 1753. 4.

Loys von Cheseaux schlägt in einem Briefe an Bertrand vom 30ten Jan. 1761 [u]) vor, ein Hygrometer aus Salz mittelst einer richtigen Wage zu verfertigen. Man soll nämlich zwey gleiche Theile Salz nehmen, und den einen, so gut immer möglich ist, austrocknen lassen. In diesem ausgetrockneten Zustande soll sowohl dieser als der andere Theil, der in dieser Zeit an der Luft und im Schatten gelassen wurde, gewogen werden. Den ersten trockenen Theil soll man mit Wasser sättigen, und denselben mit dem Gewichte des andern und mit einem dritten Theile des in der Luft gelassenen, welchen letztern Theil man aber auch zu gleicher Zeit mit Wasser sättigen soll, vergleichen. Wenn es möglich ist, soll man auch die in derselben Zeit erfolgte Ausdünstung einer bestimmten Oberfläche von Wasser messen, welches zu dieser Absicht demjenigen Theile des Salzes zur Seite gelassen werden soll, welches beständig an der freyen Luft gestanden hat. Vielleicht, sagt er, findet man durch diese Versuche die zwey äußersten Bestimmungspunkte eines vergleichenden Hygrometers, eben so, wie das Eis und das siedende Wasser dieselben an dem Thermometer ausmachen. Auf solche Art, meint er, könnte man ein Hygrometer von Salz mit einer richtigen Wage verfertigen, da eine von beyden Schaalen eine geringe Tiefe, aber eine große Oberfläche haben müßte. Es sey bekannt, was an denjenigen Hygrometern auszusetzen sey, die man aus Thiersehnen verfertige; allein dieß solle ihn doch nicht abschrecken, mittelst Versuche die Bestimmungspunkte der Spannung durch die Trockenheit und die Schlaffheit durch Feuchtig-

u) Abhandlungen und Beobachtungen durch die ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammlet. 3ter Jahrg. 1762. St. 1. S. 203. f.

tigkeit mit Hülfe einer Thiersehne zu suchen, deren Größe, Länge und Gewicht sowohl, als der Stoff und die Art ihrer Verfertigung, bestimmt wäre.

Loys von Cheseaux fand hiebey aber eine Schwierigkeit, welche sich nicht in der Substanz des Werkzeuges, sondern in der Luft selbst befindet. Sie besteht nämlich darin, daß die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt, und gleichwohl sehr trocken seyn kann. Demnach würde es darauf ankommen, eine richtige Methode anzugeben, wie das Salz oder jede andere hygroskopische Substanz die Feuchtigkeit der Luft auch ungeachtet ihrer trocknenden Eigenschaft anzeigen könnte. Zugleich würde es nöthig seyn, ein Mittel auszumachen, wodurch man in den Stand gesetzt würde, diesen Zustand der Luft zu erkennen. Hiezu schlägt er ein Ausdünstungsgefäß vor. Denn, sagt er, der Südwestwind, welcher uns Regen bringt, ist viel trockneuder, als gewisse Winde, auf welche schönes Wetter folgt. Er trocknet das nasse und feuchte linnene Zeug viel geschwinder, wenn gleich die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt ist; und so muß es nothwendig seyn, weil er eben wegen seiner trocknenden Kraft die Luft mit allen den Wassertheilchen belade, von welchen er die irdischen Körper befreyt hat.

Ein anderes Hygrometer erfand Ferguson [x]). Die hygroskopische Substanz ist ein Bret von Tannenholz, welches durch seine Ausdehnung bey feuchter, und durchs Zusammenziehen bey trockener Witterung ein Gewicht, das um zwey Rollen von verschiedenen Durchmessern geführt ist, herabsinken und erheben läßt.

Titius

x) Philosoph. Transact. Vol. LIV. und Gentlem. Magaz. 1767. Juny. p. 297.

Titius in Wittenberg bediente sich bey seinen Beobachtungen eines Hygrometers, dessen Einrichtung er im 3ten Stück des Wittenberg. Wochenblatts v. Jahr 1768. S. 21. f. beschreibt. Es besteht aus einer Darmsaite von einer Laute, etwas über 1 Paris. Linie dick. Diese Saite hat er nämlich beynahe 2 Tage lang in Salmiakgeist gelegt, hierauf wieder zusammengedreht, an einem kleinen Gewichte gerade herunter hängend getrocknet, und hievon ein Stück von 18 Paris. Zoll Länge zum Hygrometer gebraucht. Dieses Stück Darmsaite wird an den Arm eines Gestelles befestigt, hängt von demselben in einer hölzernen Röhre, den Staub von aussen abzuhalten, frey herab, hat unten ein eisernes Gewicht von beynahe 2 Unzen, in welchem ein $4\frac{1}{2}$zolliger Weiser steckt, welcher mittelst seines Umdrehens zugleich das Drehen der Darmsaite anzeigt. An dem Weiser und der hölzernen Röhre befindet sich ein Faden, der die Umdrehung der Saite rechts oder links anzeigt; und der Weiser selbst geht über einem Papier, auf welchem aus einem Punkte lothrecht unter der Darmsaite vier Umläufe der gemeinen, oder archimedischen Spirale, 4 Linien von einander abstehend, gezogen sind. Auf diese Umläufe sind eine Menge Grade, jeder von fast 4 Par. Linien, von 1 an, so viel ihrer die ganze Spirallinie hat fassen wollen, getragen. Die innere erste Umwindung fängt sich da an, wo ihr Halbmesser, gerade 4 Paris. Zoll lang, genau in den magnetischen Meridian fällt; sie läuft also von dem Vorderpunkte zur Rechten viermal herum, und so geht auch die Eintheilung umher.

Titius sagt noch vieles über die Unvollkommenheiten der bisherigen Hygrometer. Da ihm aber man-

cher-

cherley Einwendungen gegen sein Hygrometer gemacht wurden, so hat er nach der Zeit theils über die Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit der Luft vermittelst des Hygrometers, theils über die Auffindung des festen Punktes der Trockenheit an demselben einige theoretische Gedanken und Vorschläge geäußert. Der feste Punkt der Feuchtigkeit, sagt er, würde vielleicht so gefunden, daß man die Darmsaite in den Dunst des kochenden Wassers, welcher vermittelst einer Röhre von gegebener Weite aufgefangen wird, hinein hienge, worin sie sich von dem durchstreichenden Dampfe so lange aufwickelte, bis sie ferner unverändert stehen bliebe. Oder man könnte sie auch in den Dampf der sogenannten Windkugel bringen. Genug wenn nur eine bestimmte Menge Dünste die Darmsaite dergestalt angreift, daß sie nach Annahme des höchsten Grades der Feuchtigkeit sich nicht weiter aufwickelt und verändert, und daß nur dabey auf die Länge und Dicke, auch auf einerley Art der Darmsaite gesehen werde. Indessen, fährt er fort, wird alle Vorsicht und die schärfste Bemühung zur Berichtigung dieses Instruments nicht den gewünschten Endzweck erreichen, so lange noch die Darmsaite, als die Hauptsubstanz, beybehalten wird. Als daher der Göttingische Recensent bey Gelegenheit meiner hygrometrischen Observationen einwandte, die Unzuverlässigkeit der Darmsaite stehe noch immer der zu hoffenden Richtigkeit im Wege, so konnte ich nichts weiter antworten, als dieses: die Darmsaite sey zur Zeit noch die schicklichste Materie, woraus ein Hygrometer verfertigt werden könne. Aber die Einwendung bleibt allemal richtig, die Darmsaite wird schwerlich zur Angebung ein Paar fester und allgemeiner Punkte zu gebrauchen seyn. So viel Darmsaiten, so viel ver-

änderliche Geschicklichkeit in Annehmung der Feuchtigkeit. Es kommen hier in Betrachtung: das Alter und Beschaffenheit des Thiers, die Fettigkeit des Darms, das Gedärme selbst, und die Art, wie die Saite verfertigt wird. Denn ich pflege, fährt er weiter fort, nicht eben darum die Saite in Salmiakgeist zu tränken, um sie beweglicher zu machen, sondern um sie von der thierischen Fettigkeit, so viel möglich, zu befreyen. Indessen habe ich lange auf eine Materie gedacht, woraus das Hygrometer könnte verfertigt werden; und da bin ich endlich auf den Gedanken gekommen, man sollte statt der Darmsaite eine aus dem allerfeinsten Silberdrathe, dessen sich die Gold- und Silberspinner zu ihren Arbeiten bedienen, gewundene Schnur erwählen. Es versteht sich, daß dieser feinste Silberdrath noch nicht müsse geplattet seyn, und daß man versuchen müsse, wie viele Fäden desselben diese metallische Schnur bekommen müsse, um unter gehöriger Dicke schickliche Wendungen zu machen. Denn ich stelle mir vor, die Feuchtigkeit werde auf eine solche Schnur ganz ähnliche, wenn gleich viel geringere Wirkungen, als auf die Darmsaiten und Hanffäden machen. Als ich diesen Gedanken einem gelehrten und sehr einsichtsvollen Freunde, Mitgliede der schlesischen ökonomischen Gesellschaft in Breslau, mittheilte, erwiederte derselbe, es schiene ihm, als ob bey der Wahl eines solchen Haarsilberdraths der Hauptumstand nicht statt fände, auf welchem doch Veränderungen der Hygrometer aus Saiten, Fäden, Papier, Schwamm u. d. gl. beruhen, nämlich die Zusammensetzung der feinsten Fäserchen und die damit verbundene Lage der engsten Haarröhrchen, in welche die feuchten Dünste steigen und sie ausfüllen. Allein dagegen erinnere ich, sagt er ferner, die Feuch-

tigkeit wirkt nicht dadurch auf unsere Hygrometer, daß sie sich in die eigentlichen Fäserchen der Saite oder der Hanffäden, sondern vielmehr in die durch die Zusammendrehung der Fäserchen entstehenden Haarröhrchen und Canäle setzt, und dadurch die solchergestalt in den Darmsaiten gewundenen Fasern auseinander und zum Aufwickeln bringt. Man kann nicht setzen, daß die Dünste in die Hölungen der Fibern einer Saite eindringen; denn das müßte durch die Enden einer Saite geschehen, und die sind gemeiniglich zugemacht oder doch auf andere Art verwahrt. Zu geschweigen, daß auch die Fasern insgesammt sehr eingetrocknet sind. Daher kann auch die Feuchtigkeit nicht sowohl durch die Wände oder Seitenflächen in die Darmsaite eindringen. Das Auf- und Zudrehen entsteht also daher, daß die unmerklichen Dämpfe in den Haarröhrchen sich zwischen die Fäden der Saite setzen. Und eben dieß kann auch in den aus dem feinsten Silberdrathe gewundenen Schnüren oder Strängen geschehen. Denn hier entstehen eben solche Haarröhren, als in den Darmsaiten und Hanffäden. Wenigstens ist dieß ein Vorschlag, den man weiter untersuchen, verändern und verbessern sollte.

Von den zweyen festen Punkten eines Hygrometers, bemerkt er weiter, habe ich auch schon bereits seit vielen Jahren geschrieben; und halte es für eine geringe Erfindung, wenn jemand hierin etwas sicheres zuwege gebracht hat, woraus er eben kein Geheimniß zu machen Ursache hätte. Der berühmte Hr. Brander zu Augspurg hat, um den festen Punkt der Trockenheit zu finden, eine Art von Trockenheitskasten ersunden, und bedient sich auch dazu des Weinsteinsalzes, welches letztere mir bloß zur Reinigung

der Darmsaite beyzutragen scheint. Ich halte dafür, die Natur müsse hier eine Methode angeben, wie eine dazu präparirte Darmsaite auf einen bestimmten Grad der Trockenheit zu bringen sey. Der berühmte Herr Prof. Lambert hat sich hierüber wohl die meiste Mühe gegeben. Er hat aus dem hiesigen Tageregister der hygrometrischen Observationen die Morgen-Observationen für jeden Monat genommen, daraus das Mittel gezogen, und solches mit dem Mittel von den gleichzeitigen Beobachtungen seiner und der Saganschen Hygrometer verglichen, und solchergestalt die Wittenbergische Skale auf die seinige zu reduciren gesucht. Daraus hat sich ergeben, daß das Null an seinem Hygrometer mit dem 150sten Grad des Wittenbergischen, nämlich unter Null, und der 360ste Grad an seinem Hygrometer mit dem 788sten des hiesigen so ziemlich übereintrifft; so daß das Wittenbergische 150 + 788 = 938 Grad durchläuft, wenn das seinige 360 Grad zurücklegt, und daß demnach 13 Wittenbergische Grad mit 5 der seinigen übereinkommen. Er hat durch diese Vergleichung für den Winter von 1771–1772 gefunden, daß das hiesige Hygrometer durch das ganze Jahr mit dem seinigen zu Berlin und zu Sagan einen ganz ähnlichen Gang gehabt hat, besonders mit dem Berlin'schen fast Tag für Tag. Dieß ist nun allerdings eine ganz neue Frucht der hygrometrischen Beobachtungen, und zeigt ganz deutlich an, wie Lambert auch behauptet, daß die Feuchtigkeit der Luft sich an entfernten Orten zugleich ändert: eine allerdings wichtige und in die ganze Landwirthschaft höchst einfließende Entdeckung, wodurch auch selbst das Hygrometer in große Achtung kommen kann. Ferner hat Lambert wahrgenommen, daß die Größe und Geschwindigkeit der Veränderungen bey den Darmsaiten

ten im geraden Verhältnisse ihrer Länge und im umgekehrten Verhältnisse ihrer Dicke stehen.

Lambert [y]) wendete nebst dem Mechanikus Brander zu Augspurg großen Fleiß auf die Verbesserung der Hygrometer. Insbesondere suchte er ein schon von Sturm angegebenes Hygrometer mit einer kurzen lothrecht stehenden Darmsaite dahin zu verbessern, daß der Zeiger desselben zugleich angeben sollte, um wie viel sich die in einem Cubikfuß Luft enthaltene Menge feuchter Dünste geändert habe.

Das Lambert'sche Hygrometer hatte folgende Einrichtung: auf 3 von Eisendrath gemachten Füßen ruht ein Zirkel von Pappe, in dessen Mitte die Darmsaite mit Siegellack befestigt ist. Um diese Saite geht ein Eisendrath, der wie eine Schraube gedreht ist, und einen Zirkel von Kartenpapier trägt, welcher in Stunden und Minuten oder Grade getheilt ist und in der Mitte ein Loch hat, durch welches die Saite hindurchgeht, und einen Zeiger von Holz trägt. Der schraubenförmige Drath dient dazu, daß die freye Luft zu der Saite kommen, und sie zugleich in einer geraden und vertikalen Richtung erhalten könne.

Lambert gebrauchte drey Hygrometer, welche auf die jetzt beschriebene Art verfertigt waren, und drey andere, bey welchen die Saite durch ein viereckstes Kästchen, welches unten offen ist, durchgeht, so daß es scheint, als ob sie die Axe eines Uhrzeigers wäre. Bey diesen drey letztern war der Zirkel ebenfalls in Stunden eingetheilt, wie bey den Uhren, und

y) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. 1769. p. 68. sqq. an. 1772. p. 65. u. f.

und die Stunden waren wieder von 5 zu 5 Minuten getheilt.

Die Art und Weise, wie die Saiten gedreht waren, verursachte, daß bey trockener Witterung die Nadel sich nach der gewöhnlichen Ordnung der Stunde herumdreht, bey feuchter Witterung hingegen zurückgeht.

Die drey ersten Hygrometer waren in Grade eingetheilt, aber in umgekehrter Stellung, so daß sie durch die aufsteigende Zahl die Grade der Feuchtigkeit oder das Zunehmen derselben anzeigten. Die Darmsaiten waren von verschiedener Dicke.

Um die Diameter der Saiten zu erforschen, verfuhr Lambert auf dreyerley Weise. Zuerst schnitt er von der dünnen Saite ein Stück ab, in der Länge von 3 Fuß oder 36 Zoll Par. Maaß, und fand das Gewicht davon $9\frac{1}{2}$ Gran berl. Gewicht. Hierauf schnitt er auch ein 18 Zoll langes Stück von der dicken Saite ab, welches 12 Gran wog; die Länge von 36 Zoll würde daher 24 Gran gewogen haben. Wenn man nun voraussetzt, daß das specifische Gewicht der beyden Saiten gleich sey, so folgt, daß sich die Quadrate der Diameter verhalten, wie 2:5, folglich die Diameter selbst, wie 11:7 oder genauer wie 19:12. Hierauf maß Lambert sie mit einem Vergrößerungsglase und einer gläsernen Skale, so wie sie Brander verfertigte. Auf dieser Skale war die Linie eines Pariser Fußes mit einer außerordentlichen Feinheit und Richtigkeit in 10 Theile getheilt. Vermittelst derselben fand er den Diameter der dicken Saite genau $\frac{6}{10}$ und den Diameter der dünnen $\frac{38}{100}$ Linie; das Verhältniß war also $= 30:19 = 19:12\frac{1}{30}$. Endlich nahm er ein Haar, welches in der Dicke

Dicke kaum $\frac{1}{30}$ einer Linie hatte, aber $13\frac{1}{2}$ Zoll lang war, und bemerkte, daß dieses Haar, das er um die dicke Saite herumgewickelt hatte, die Länge von 85 Umgängen hatte, nachdem er solches aber um die dünne Saite gewickelt, die Länge von 135 Umgängen ausmachte. Dieses Verhältniß ist $27 : 17 = 19 : 11\frac{26}{27}$, und folglich von dem ersten sehr wenig verschieden, welches sogar das Mittel zwischen den beyden letztern Maaßen ist. Man kann also das Verhältniß der Diameter wie 19 : 12 annehmen. Das letztere Maaß giebt den Diameter der dicken Saite an = 0,607 Linie und den Diameter der dünnen = 0,383, welches nur um $\frac{1}{90}$ und um $\frac{1}{124}$ von dem Maaße abweicht, das vermittelst der Skale und des Vergrößerungsglases genommen worden war, so daß die dicke Saite betrachtet werden kann, als ob ihr Diameter $\frac{6}{10}$, und die dünne, als ob derselbe $\frac{38}{100}$ einer Linie wäre.

Uebrigens waren die Längen der Saiten folgende:

Hygrometer	Länge	Saite
A - - -	12 Lin.	dünne
B - - -	14 —	dicke
C - - -	23 —	dicke
D - - -	18 —	dünne
E - - -	18 —	dicke
F - - -	$33\frac{1}{2}$ —	dünne

Zur Prüfung und zur Vervollkommnung seiner Hygrometer stellte Lambert viele Versuche an. Vor allen Dingen war zu untersuchen, ob solche Hygrometer, deren Saiten eine verschiedene Länge und Dicke besitzen, einen gleichförmigen und mit der Theorie übereinstimmenden Gang haben. Daher wurden die drey

Hygrometer A, B, C an eine Mauer neben einander zwischen zwey Fenstern, die gegen Mittag lagen, aufgehängt, so daß die Sonne nie darauf scheinen, und auch der Wind sie niemals treffen konnte. Das Zimmer blieb ungeheizt und unbewohnt, nur von Zeit zu Zeit kam Lambert selbst hinein, um die Beobachtungen anzustellen, hielt sich jedoch nie lange darin auf. So stellte er vom 22ten Octob. bis zum 7ten Nov. 1768 Beobachtungen an. Lambert hat eine krumme Linie verzeichnet, und darauf den Gang der drey Hygrometer während dieser Zeit getragen. Die Tage sind auf der Linie der Abscissen angemerkt, und die Ordinaten zeigen die Winkel von 30 zu 30 Grad an. Aus diesen krummen Linien sieht man sehr leicht, daß sie eine Art von Parallelismus beobachten, da sie sich zu gleicher Zeit, und auf eine sehr ähnliche Weise der Linie der Abscissen nähern und von derselben entfernen.

Lambert wählte diese Jahrszeit zu seinen Beobachtungen deßwegen, weil bey Annäherung des Winters die Veränderungen der Feuchtigkeit sehr beträchtlich und merklich sind. Am 28ten Octob. und 4ten Novemb. öfnete er das Fenster, um der feuchten äußern Luft einen freyen Zugang zu lassen, die auch sehr merklich war. Besonders war dieß am 4ten Novemb. der Fall. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken, und die Hygrometer giengen beynahe zusehends fort bis zu den äußersten Grad der Trockenheit, da es sehr heiteres Wetter war. Die Veränderung an den Hygrometern selbst war in Graden ausgedruckt:

A, B, C

$167\frac{1}{2}$, 126, $192\frac{1}{2}$

die Länge der Saiten durch ihre Diameter dividirt geben die Zahlen

1,00, 0,74, 1,21,

welche wenigstens ohngefähr in dem Verhältnisse mit den beobachteten Veränderungen stehen sollen. Nun hat man

$167\frac{1}{2} : 100 = 126 : 75\frac{1}{4}$

welches ziemlich genau mit 0,74 übereinstimmt. Ferner ist

$167\frac{1}{2} : 100 = 192\frac{1}{2} : 115$

welches von 121 noch mehr abweicht. Allein diese Verschiedenheit konnte von mancherley Umständen herrühren, die Lambert nicht genau genug bemerken konnte. Inzwischen bestätigen diese Beobachtungen hinreichend, daß die Dicke der Saiten sie in der That weniger empfindlich mache.

Lambert mußte aber mit seinen Hygrometern noch andere Untersuchungen anstellen, um die Gesetze ihrer Veränderungen kennen zu lernen. Es ist klar, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder solche, die doch wenigstens leicht zu erkennen wären, ankam. In Ansehung der vollkommenen Trockenheit ist es wohl nicht zu bezweifeln, daß solche unter der Glocke einer Luftpumpe gefunden werde, wenn man unter derselben die Luft zu verschiedenen malen hinwegnimmt. Es war aber die Frage, wenn man das Hygrometer vorsetzlich feucht gemacht habe, und nachher unter die Glocke der Luftpumpe setze, ob die Ausleerung der Luft an selbigem eine merkliche Wirkung hervorbringen würde? Allein nach den Versuchen, welche Gerhard auf Lambert's Ansuchen damit gemacht hat, zeigte

das Hygrometer, auch einige Tage hindurch, gar keine Veränderung, so daß also hierdurch nichts zu erhalten war. Lambert nahm daher ein beynahe ganz cylindrisches Glas, dessen Höhe 38, Diameter des Bodens 26, Diameter der Mündung 32, und Volumen 14½ Zoll war. In dieses Glas goß er Wasser, damit es ohngefähr einen halben Zoll hoch stand, und stellte das Hygrometer D hinein. Hierauf bedeckte er das Glas mit einem Planglase von demselben Durchmesser, und verklebte es rings herum mit weichem Wachse, damit die äußere Luft nicht eindringen möchte. Er verfuhr hiemit deßwegen so, weil er aus andern Beobachtungen wußte, daß das Wasser beständig auszudünsten fortfährt, wenn es sich auch in einer wohl verstopften Flasche befindet.

Der Erfolg stimmte auch mit seiner Erwartung vollkommen überein; es fieng nämlich das Hygrometer an, sich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen, welches auch schon vom ersten Augenblick an geschah. Hieraus ließ sich demnach schließen, daß die Luft in dem Glase von dem ersten Augenblick an schon mit Dünsten angefüllt worden sey. Diesen Versuch stellte Lambert im Jahr 1768 am 7ten Novemb., bald, nachdem der Ofen im Zimmer geheizt worden war, an. Das Thermometer veränderte sich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Grad über tempere. Die Beobachtungen aber ergaben, daß die Bewegung des Hygrometers nach und nach langsamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam es kaum doppelt so weit fort, als es in 212 Minuten oder in 3½ Stunden gekommen war. Er wiederholte diesen Versuch mit demselben Glase und dem nämlichen Hygrometer am 10ten und 13ten Novem-

vember, und darauf stellte er ihn auch mit dem Hygrometer E an, um die Geschwindigkeit ihres Ganges zu vergleichen. Die Beobachtungen, welche er mit dem Hygrometer D machte, zeigten, daß der Gang desselben hier ungefähr um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{14}$ langsamer gewesen war. Lambert schreibt dieses der Wärme zu, welche vielleicht hier ein wenig größer war, indem er schon vorher bey andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers vermindere. Der Gang des Hygrometers E war noch langsamer, als der des vorigen. Lambert wiederholte am 8ten November diesen Versuch, und fieng Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieses Hygrometer auf 36 Grad stand. Da das Zimmer nur des Morgens geheizt und Nachmittags wieder kalt geworden war, so ward der Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigt. Als aber diese Beobachtung bis den andern Tag fortdauerte, so fand er, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich das Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfiengen. Daher wollte er noch sehen, ob eben dasselbe Hygrometer in einer Zeit, z. B. 24 Stunden, eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{15}$ Theile zutreffe.

Nun wollte Lambert noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hinter einander in dem Glase stehen ließ. Er

Er that dieses am 19ten Jan. 1769 mit eben demselben Hygrometer D, das damals auf 310 Grad stand, so daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockner war, als bey den obigen Versuchen. Der Anfang dieser Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten. Bey diesem Versuche gieng das Hygrometer in 24 Stunden ohngefähr 500 Grade herum. Und da am folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf selbiges hatte, so wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte sich das Hygrometer nicht mehr, oder gieng wohl gar zurück. Der Gang am andern Tage war nur ohngefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geschah.

Am 24ten Jan. früh um 8½ Uhr öfnete er das Glas, um das Hygrometer wieder in die freye Luft zu setzen; die Saite war so feucht, daß sie beynahe alle ihre Elasticität verloren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glase vornehmen; daher goß er am 25ten Jan. 1769 ein wenig Wasser in ein Glas, setzte in dasselbe das Hygrometer D, und verklebte die Oeffnung des Glases mit einem Deckel. Früh um 9 Uhr 33 Minut. fieng er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194sten Grad stand, und folglich eine große Trockenheit anzeigte.

Als Lambert am 9ten Nov. 1768 das Hygrometer an die freye Luft brachte, um seine Saite trocknen zu lassen, oder um sie wieder in Freyheit zu setzen, damit sie sich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemäßen Zustand begeben könnte, so stand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmitt.

auf

auf den 172ten Grad, und gieng zurück, bis ohngefähr auf fünf Grad, in seinen vorigen Zustand, in welchem es am 8ten Nov. gewesen war, ehe Lambert es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten November bis zum 13ten in dem Glase gelassen hatte, so sahe er, daß es von dem 41sten Grad an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Minut. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Diese Beobachtungen ergaben, daß hier der Gang im Anfange viel langsamer war, als beym vorhergehenden Versuche, und daß er nach 47 Minuten schneller zu werden anfieng. Es schien daher, als ob die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müßte, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen soll. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer wird, so erhellt, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockener sie wird, wieder in den Zustand versetzt, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieses beobachtete er noch einmal am 24sten Jan. 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glase genommen hatte, in welchem es 5 Tage lang gewesen war. Der Anfang der Beobachtung geschah um $8\frac{1}{2}$ Uhr, und die Nadel stand auf 140 Grad, nachdem sie ungefähr $2\frac{1}{3}$ Umgänge im Glase gemacht hatte. Die Nadel gieng nunmehr wieder rückwärts, und da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfänglich auch der Gang derselben langsamer, ob sie gleich in einer

wohl

wohl um 100 Grad trockenern Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte sie auch ihre Geschwindigkeit, und Lambert sah mit Verwunderung, daß sie um 474 Grade fortgerückt war, und sich völlig in den Zustand gesetzt hatte, der mit dem Grade der Trockenheit der Luft übereinstimmte.

Aus diesen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft sich schnell und stark verändert, die Hygrometer diese Veränderung durch eine sehr bemerkbare Bewegung anzeigen, daß aber diese Bewegung langsamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit sich nur um einige Grade verändert. Es kann daher geschehen, daß, wenn die Veränderungen der Luft schnell und häufig sind, das Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe es sich völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glase war es nicht möglich, die Feuchtigkeit mit in Anschlag zu bringen, die durch die Ausdünstung des Wassers, welches den Boden des Glases bedeckte, verursacht worden war, und es ist begreiflich, daß man diese Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünstung derselben kleiner und geringer zu machen. Dieß verrichtete er auf folgende Art:

Er nahm am 15ten Nov. 1768 ein Thermometerglas, dessen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war 4 Zoll und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{2}$ Linie. Er füllte sie mit Wasser an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und setzte sie in das Glas, nachdem er die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas sehen zu können, wie weit die Oberfläche des Wassers herabsinken würde.

Auch

Auch stellte er noch in das Glas das Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglase von demselben Durchmesser, und verklebte die Fugen mit weich gemachtem Wachse, damit die Luft in dem Glase mit der äußern Luft keine Gemeinschaft hätte. Hierauf beobachtete er sowohl die Senkung der Oberfläche des Wassers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Wasser in der Röhre um etwas weniges höher steigen oder tiefer stehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, so bemerkte er die Höhe des Morgens, ehe das Zimmer geheizt wurde, weil alsdenn das Thermometer in demselben zwischen 9 und 10 Grad stand. Aus diesem Versuche lernte Lambert, daß er in das Glas eine Röhre von einem größern Durchmesser setzen könnte, und er that dieß auch am 13ten Dec. um 1 Uhr 5 Minut. Nachmittags. Diese Zwischenzeit hatte er nöthig, um das Hygrometer wieder in die Luft zu setzen, damit die Nadel wieder auf den Grad zurückkommen möchte, der mit der Feuchtigkeit der äußern Luft übereinstimmte. Er füllte daher eine Phiole, die einem Thermometerglase vollkommen ähnlich war, mit Wasser an. Der Diameter der Kugel war $14\frac{1}{2}$, der innere Diameter des Cylinders oder der Röhre gerade 3 Linien, und die Länge der Röhre hielt $37\frac{1}{2}$ Linien. Die Röhre war bis oben angefüllt, und eine Skale, in Linien abgetheilt, wurde darauf geklebt. Hierauf setzte er diese Phiole und das Hygrometer in dasselbe Glas, bedeckte es, und verstopfte die Fugen wohl mit Wachs.

Alle diese Beobachtungen setzten Lambert'en in den Stand, den Grad der Feuchtigkeit zu schätzen, welchen die Luft in dem Glase bey jeder Ausdünstung mehr

mehr hatte. Denn das Volumen der im Glase enthaltenen Luft ist gegeben = 39 Cubikzoll. Da nun der innere Diameter der Röhre genau 3 Linien hatte, so darf man nur ausrechnen, wie viel Cubiklinien ein Cylinder enthalte, dessen Durchmesser 3 Linien und dessen Höhe 1 Linie ausmacht. Dieß giebt $7\frac{2}{29}$ Linien. Man kann aber, ohne einen beträchtlichen Irrthum zu begehen, die gerade Zahl von 7 Linien annehmen. Setzt man also, da die Röhre, die Kugel und das Hygrometer Einen Cubikfuß Raum einnahmen, das Volumen der im Glase eingeschlossenen Luft = 38 Zoll, und dividirt diese Zahl mit 7, so erhält man $5\frac{3}{7}$ Zoll = 9380 Cubiklinien, so daß also das Volumen der Luft 9380 mal größer ist, als der Cylinder, dessen Durchmesser 3 Linien hat, und der 1 Linie hoch ist. Da aber das Wasser 840 mal schwerer ist, als die Luft, so ist offenbar, wenn man das Gewicht vergleichen will, daß man die Zahl 9380 durch 840 dividiren müsse, wodurch man $\frac{67}{6}$ erhält; folglich vermehrte eine jede Linie Wasser, welche bey dem zweyten Versuch ausdünstete, das specifische Gewicht der Luft um $\frac{6}{67}$. Oder wenn man auch das Gewicht der Luft vor der Ausdünstung gleich 67 annimmt, so wurde es bey einer jeden Linie Wassers, welches aus der Röhre ausdunstete, um 6 vermehrt. Da nun ein Cubikfuß Luft ohngefähr $\frac{1}{12}$ Pfund oder 640 Grän schwer ist, so muß man $57\frac{1}{3}$ oder überhaupt 57 Gran Vermehrung rechnen für eine jede Linie Wassers, die aus der Röhre ausdunstete.

Die 6 Linien Wasser, welche in dem letzten Versuche ausdunsteten, trieben die Nadel des Hygrometers F 610 Grad herum; hieraus folgte, daß das Hygro-

Hygrometer A nur 220 Grad gemacht hatte. Denn wenn die Saiten von einerley Dicke sind, so erfolgen ihre Bewegungen nach dem Verhältnisse ihrer Längen. Nun ist aber

$$33\frac{1}{2} : 12 = 610 : 219,$$

oder die gerade Zahl 220 Grad. Diese Veränderung des Hygrometers A ist in der freyen Luft leicht möglich; hieraus folgt also, daß die Feuchtigkeit der Atmosphäre eben so veränderlich seyn kann, als die Feuchtigkeit der eingesperrten Luft in dem Glase. Ein Cubikfuß dieser Luft wird bey jeder Linie Ausdünstung 57 Gran schwerer. Addirt man nun diese zu 640 Gran, so erhält man für einen Cubikfuß sehr feuchter Luft das Gewicht von 697 Gran.

Um sich davon zu überzeugen nahm Lambert einen kleinen Schwamm, der nur 38 Gran Berliner Gewicht wog. Er tauchte denselben ins Wasser, und nachdem er hierauf das Wasser wieder ausgedruckt hatte, fand er ihn 93 Gran schwerer, so daß er also 55 Gran Feuchtigkeit mehr hatte, als da er trocken war. Dieß geschah am 19ten Octob. 1768 um $3\frac{1}{2}$ Uhr Nachmitt. Er hängte ihn an eine Wage, damit er die allmählige Verminderung dieser 55 Gran Wasser messen könnte, und fand, daß derselbe nach einer Zeit von 16 Stunden noch 9 Gran Feuchtigkeit hatte.

Am 20ten Octob. 1768 um 7 Uhr des Morgens nahm Lambert einen andern Schwamm, welcher trocken 51 Grqn, und nachdem er ihn angefeuchtet hatte, 138 Gran wog, so daß sich 87 Gran Wasser darin befanden. Als er ihn trocknete, verlor er diese 87 Gran; hiezu wurde aber eine Zeit von 2 Ta-

gen erfordert, bis dieser Schwamm alle Feuchtigkeit verlor, die er an sich gezogen hatte.

Am 22ten Octob. 1768 um 8 Uhr des Morgens band er diese zwey Schwämme zusammen, welche 138 Gran Wasser einsogen. Binnen einer Zeit von 4 Tagen war dieser Schwamm noch nicht völlig trocken.

Das Trocknen muß bey der äußern Oberfläche anfangen, und die äußersten Theile des Schwamms werden daher schon trocken seyn, wenn die innern Theile noch sehr feucht und naß sind. Nimmt man anstatt des feuchten Schwammes eine Wasserkugel an, welche der freyen Luft ausgesetzt ist; so muß, nach dem Gesetze der Oberflächen, der Diameter abnehmen in einem einfachen und geraden Verhältnisse der Zeit. Denn die Schwere der Kugel verhält sich wie der Würfel des Durchmessers; folglich vermindert sich die Schwere in einem kubischen Verhältnisse mit der Zeit, welche die Luft noch nöthig hat, um die Ausdünstung zu vollenden.

Wenn daher die Austrocknung des Schwammes dieser Regel folgte, so würde die Cubikwurzel der Feuchtigkeit in dem einfachen Verhältnisse der Zeit abnehmen. Da aber der Zugang der Luft zu den innern Theilen des Schwammes nicht so frey ist; so muß auch der Schwamm etwas langsamer trocknen, welches auch die Versuche zeigten.

Nachdem Lambert durch viele Beobachtungen, welche er einige Jahre hindurch anstellte, sich überzeugt hatte, wie lang man die Darmsaiten nehmen müsse, damit sie von der größten Feuchtigkeit bis zu der größten Trockenheit der Luft nur Einen Umlauf mach-

machten, so fieng er im Jahr 1771 an, drey übereinstimmende Hygrometer von der Saite zu verfertigen, welche oben die dünne Saite genannt wurde, und welche 0,38 Linien im Durchmesser hatte. Der Kürze wegen sollen sie durch G, H, I ausgedruckt werden. Diese ließ er einige Monate lang neben einander stehen und bemerkte, daß sie beständig einerley Gang behielten.

Im März 1771 schickte er das Hygrometer G dem Prälaten von Felbinger, welcher schon ein Hygrometer vom Herrn Titius zu Wittenberg erhalten hatte, dessen Saite von dem feuchtesten bis zum trockensten Punkte vier Umläufe oder Umgänge machen sollte. Er stellte daher sogleich eine Vergleichung seines Ganges mit dem Gange des Lambert'schen an. Beyde Hygrometer stimmten auch wirklich mit einander überein. Das Hygrometer von Titius hatte eine Spirallinie, deren vier Umgänge in 360 Grade getheilt waren. Damit man sich aber in den Umgängen nicht irren möchte, so hatte Titius an den beyden Enden einen Faden angebunden, der sich von der Saite abwickelte, wenn die Nadel sich vorwärts drehete. Weil aber Lambert's Hygrometer nur einen einzigen Umgang machte, so hat es auch nur Einen Zirkel, welcher in 360 Grad eingetheilt ist. Bey beyden Hygrometern bezeichnet die 0 der Eintheilung die größte Feuchtigkeit, der 180ste Grad zeigt die mittlere Feuchtigkeit an, und die größte Trockenheit der Luft geht bis zum 360sten Grad. Diese beyden Hygrometer stimmten ganz gut mit einander überein, bis ohngefähr auf einige Grade, um welche bald das eine bald das andere vorwärts war.

Am 20ten Novemb. 1771 stellte Lambert mit von Felbinger vergleichende Beobachtungen an. Er stellte das Hygrometer I in ein Zimmer, welches er nicht heizen ließ; das andere H aber ließ er in dem Zimmer, wo er sich beständig aufhielt, und welches alle Morgen geheizt wurde. Die ersten Beobachtungen zeigten sogleich, daß die Veränderungen der Feuchtigkeit in Sagan und Berlin sehr gleichförmig waren. Er suchte hauptsächlich diejenigen Grade mit einander zu vergleichen, welche des Morgens beobachtet wurden, weil diese gleichsam das Resultat der täglichen Veränderungen sind, die besonders durch die Wirkung der Sonne bey schönem Wetter und durch die des Nachts aufsteigenden Dünste verursacht werden. Lambert theilt über diese Beobachtungen drey Tabellen mit, wovon die eine die Grade des Hygrometers I enthält, welches er in das ungeheizte Zimmer gestellt hatte. Die zweyte zeigt die Grade des Hygrometers H an, das er in das warme Zimmer, worin er sich beständig aufhielt, gestellt hatte. Die dritte Tabelle aber enthält Beobachtungen, die mit dem Hygrometer, das er dem Herrn von Felbinger geschickt hatte, in Sagan gemacht worden sind. Man sieht daraus, daß die gänzliche Veränderung dieser Hygrometer sehr verschieden ist. Denn sie war für das Hygrometer

I von 21 Grad bis zu 289
H von 191 — — — 268
G von 70 — — — 280

also hatte das Hygrometer I eine Veränderung von 268, das Hygrometer H von 77 und das Hygrometer G von 210 Grad.

Die-

Diese Verschiedenheit muß vorzüglich den Umständen zugeschrieben werden, in welchen diese Hygrometer sich befanden. Das Hygrometer I war gleichsam unmittelbar der äußern Luft ausgesetzt; das Zimmer wurde im Winter nicht geheizt, auch war fast immer ein Fenster offen, und niemand kam hinein, außer Lambert, wenn er die Grade des Hygrometers beobachten wollte. Mit dem Hygrometer H hingegen verhielt es sich ganz anders. Das Zimmer wurde den ganzen Tag hindurch geheizt, die Fenster waren alsdann verschlossen, und im Sommer wurde nur ein einziges offen gelassen. Alles dieß mußte das Hygrometer H nothwendig mehr über, als unter den Grad der mittleren Trockenheit erhalten. Daher konnte auch dieses Hygrometer, da es besonders in den Wintermonaten an den Veränderungen der äußern Luft nur sehr geringen Antheil nahm, nichts anders, als nur gleichsam die Spuren dieser Veränderungen anzeigen. Das Hygrometer G von Sagan hielt ohngefähr das Mittel zwischen den Hygrometern I und H, und befand sich in einem Gange, auf welchem die eine oder die andere Thür fast allezeit offen stand.

Der Gang des Hygrometers I in Berlin und des Hygrometers G in Sagan war bis auf 2 oder 3 Grad in den zehn letzten Tagen des Novemb. 1771 vollkommen gleich. Nach diesem drehte sich das Hygrometer in Berlin um ein beträchtliches weiter gegen die Feuchtigkeit hin, als das Hygrometer in Sagan. Dieß dauerte bis zu Ende des Märzes fort, wo alsdann das Berlin'sche Hygrometer anfieng, fast immer mehr auf dem Trocknen zu stehen, als das Sagan'sche. Gegen den September hin fiengen sie wieder an, sich einander zu nähern, so daß bald das eine bald das ande-

andere auf dem Trocknen stand. Im Novemb. fieng das Berlin'sche Hygrometer wieder an, sich beständig auf dem Feuchten zu erhalten, wie es im vergangenen Winter vom 10ten Dec. 1771 bis gegen den 1. April 1772 geschehen war.

Diese Verschiedenheiten zwischen den Hygrometern in Sagan und Berlin hinderten doch nicht, daß ihre besondern Veränderungen sehr gleichförmig waren, nur einige Ungleichheiten ausgenommen, wo diese Hygrometer aus zufälligen Ursachen eine einander entgegengesetzte Veränderung machten, oder einander um einen oder zwey Tage zuvor kamen.

Auch sieht man noch, daß die Ursache, welche gegen das Ende des Februars in Berlin die Luft außerordentlich feucht gemacht hatte, nur einen sehr geringen Einfluß auf das Hygrometer in Sagan gehabt hatte. Es war dieß ein Südwind, der einen starken Regen und eine feuchte Witterung zur Folge hatte; es scheint aber, daß dieser Wind zu Sagan viel geringer geherrscht habe.

Da die hygrometrischen Veränderungen in Berlin und Schlesien sehr ähnlich waren, so zweifelte Lambert nicht, daß sie solches auch in einem weitern Strich Landes seyn würden. Er verglich daher seine Beobachtungen in Berlin mit denen des Herrn Maschenbauer in Augspurg; dieser fand seine Hygrometer auf dem trockensten Grad am 28ten Juni 1772, in Berlin aber geschah dieß erst am 29ten Nachmittags, wo das Hygrometer den 291ten Grad anzeigte. Es erfolgte also in Berlin die Trockenheit einen Tag später als in Augspurg. In Sagan hatte das Hygrometer den trockensten Grad am 20ten Juni,

Juni, am 28 und 29ten aber einen weniger trocknen angezeigt.

Die größte Feuchtigkeit wurde zu Augspurg am 13ten Septemb. 1771 bemerkt, in Berlin war am 12ten Dec. Abends ebenfalls eine sehr starke Feuchtigkeit, und das Hygrometer stand auf den 74ten Grad, aber diese Feuchtigkeit wurde noch von derjenigen übertroffen, die am 29ten Febr. 1772 einfiel, wo das Hygrometer I auf dem 21sten Grad unter der Null sich befand. Demungeachtet kann die Feuchtigkeit vom 12ten Dec. in Berlin immer mit der Feuchtigkeit vom 13ten Dec. in Augspurg für gleichlaufend angesehen werden; so daß man in dieser Absicht sagen kann, daß sie in Berlin um einen ganzen Tag früher erschienen sey, da im Gegentheil in Augspurg die größte Trockenheit um einen ganzen Tag früher eingefallen war. Die Lage dieser beyden Städte, sowohl in Ansehung des Meeres als in Ansehung der Winde, macht, daß bey allen diesen Umständen alles sehr natürlich zugeht.

John Smeaton [z]) gab sich Mühe, das Hygrometer aus hanfenen Schnüren zu verbessern, und ihm feste Punkte zu geben. Eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, die man vorher in Salzwasser gesotten, gedehnt und eine Woche lang durch Gewichte von 1 bis 2 Pfund gespannt hatte, wird oben an einem Gegenwirbel befestigt, und endigt sich unten an einem messingenen Drathe, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beschwerten Zei-

z) Description of a new Hygrometer in den Philos. Transact. Vol. LXI. for the year 1771. P. I. n. 24. p. 198. sqq.

Zeigers dreht. Dieser Zeiger ist 12 Zoll lang, und weißt auf einen Gradbogen, welcher eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mäßiges Feuer gestellt, und mit dem Wirbel so aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 steht. Dann wird sie mit warmem Wasser so lange angefeuchtet, bis sie dadurch weiter keine Verkürzung erleidet; worauf man dann den Gradbogen so weit näher oder weiter rückt, daß der Zeiger in dieser Lage den Punkt 100 trifft. — Diese Bestimmung der festen Punkte ist aber äußerst unsicher, und daher für genaue Hygrometer unbrauchbar. —

Der merkwürdige Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe im Jahr 1769 gab Veranlassung, daß die Russische Kaiserin Catharina II. verschiedene Gelehrte in verschiedene Provinzen ihres Reichs verschickte, theils um Beobachtungen an dieser himmlischen Begebenheit anzustellen, theils aber auch, um die geographische Lage mehrerer Oerter zu bestimmen. Unter diesen Gelehrten befand sich auch Lowitz, dessen Bestimmungsörter folgende waren: Gurief, eine kleine Festung an der Mündung des Ural-Flusses in das Caspische Meer, woselbst er den Vorbeygang der Venus vor der Sonne beobachtete, alsdann Astrachan, Kislär, Mostock in Circassien, Zarizin, Saratof und Dmitriefsk. Er hatte seinen Sohn Tobias [a]) auf dieser Reise von St. Petersburg mitgenommen, welcher besonders ein großes Vergnügen an Naturalien fand. Als er nun zur Zeit seines Aufenthalts in Dmitriefsk an einem warmen Sommertage 1772 die am Ufer der Wolga befindlichen

a) Göttingisches Magazin der Wissensch. und Litteratur. Jahrg. III. St. 4. Num. 2.

chen Steine durchsuchte, fand er daselbst eine Menge dünner blaulichter Schiefersteine, die er aber wegen ihrer Menge, und da er sie für einen bloßen Thonschiefer hielt, anfänglich nicht achtete. Indem er sich also nach andern Dingen umsah, nahm er von ohngefähr ein dünnes Blättchen von diesem Schiefer in den Mund zwischen die Lippen; aber als er es wenige Minuten darauf wieder wegwerfen wollte, war es so fest an die Lippen geklebt, daß er nicht nur den Mund nicht öffnen konnte, sondern auch, da er es unvorsichtigerweise gewaltsam losriß, die Haut der Lippen nebst vielem Blute an selbigem hängen geblieben war, welches ihm einen heftigen Schmerz verursachte.

Dieser Umstand machte ihn aufmerksamer, und er bemerkte, daß diese Steinart mit großer Begierde Wasser einsauge, indem, da er ein solches Blättchen in den Fluß hielt und sogleich wieder herausnahm, das an seiner Oberfläche hangen gebliebene Wasser sehr geschwind verschwand. Nachdem er hierüber mehr nachdachte, kam er auf den Gedanken, ob diese Steine nicht eben so gut die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen sollten, und daher eine hygroskopische Substanz abgeben könnten. Um sich hievon zu überzeugen, stellte er nach der Anweisung seines Vaters folgende Versuche an:

Er befestigte nahe am Fenster eine Goldwage, an deren einem Ende er einen solchen Stein hieng, und brachte sie durch Gegengewicht ins Gleichgewicht, welches des Morgens früh geschah; in weniger als einer Viertelstunde bemerkte man schon eine Abnahme am Gewichte des Steins. Dieses Abnehmen dauerte bis Nachmittags fort, und betrug ohngefähr 10 Gran;

hierauf nahm der Stein gegen Abend an Schwere wieder zu. Dieser Erfolg gewährte ihm so viel Vergnügen, daß er, um diese Beobachtungen genauer fortzusetzen, zwey viereckte Täfelchen von diesen Steinen von gleicher Größe und Dicke verfertigte, welche er dann alle Stunden wog, und er fand, daß sie in ihrer Zu- und Abnahme an Gewicht allezeit mit einander übereinstimmten; zugleich machte er auch statt des Gewichts kleine Häkchen aus Drath von 1, 2, 4, 5 bis 10 und mehreren Granen, die er bey jedesmaligem Wägen, ohne dabey die Wage in starke Bewegung zu setzen, bequemer an einander hängen oder wegnehmen konnte, nachdem die Steine schwerer oder leichter wurden.

Eins von ihnen legte er ins Wasser, um zu erfahren, wie viel dasselbe in sich ziehe. Das eindringende Wasser trieb alsobald eine Menge Luft heraus, die die ganze Oberfläche des Täfelchens in Gestalt kleiner Bläschen überzog. Damit es Zeit hätte, sich vollkommen zu sättigen, ließ er es über Nacht im Wasser liegen, worauf er solches herausnahm, von außen mit einem Tuche abtrocknete, und wieder an die Wage hieng, da es dann 253 Gran schwer war; ehe es aber ins Wasser gelegt war, wog es nur 109 Gran. Dieses eingesogene Wasser ließ es so geschwind wieder fahren, daß es nach wenigen Stunden mit dem andern Täfelchen, welches nicht ins Wasser gelegt war, wieder übereinstimmte.

Diese Entdeckung bewog seinen Vater, weitere Versuche mit diesen Steinen zu unternehmen. Er legte ein Täfelchen dieses Gesteins, um das specifische Gewicht desselben, d. i. im höchsten Grade der Trokkenheit, zu erfahren, behutsam in ein Kohlenfeuer,

und

und erhitzte es bis zum Glühen, um gewiß zu seyn, daß alle darin befindliche Feuchtigkeit durch die Gewalt des Feuers herausgetrieben sey. Hierauf brachte er solches in voller Hitze wieder an die Wage, da es dann 175 Gran wog, welches nun das specifische Gewicht des Täfelchens ausmachte. Beym Erkalten nahm es auch gleich wieder an Gewicht zu, indem es die Feuchtigkeit aus der Luft anzog.

Um sich nun zu überzeugen, ob es nach ausgestandener Gewalt des Feuers noch eben so viel Wasser als zuvor einzöge, ward es nochmals ins Wasser gelegt, und nach völliger Sättigung wog es 247 Gran, also 6 Gran weniger, als das erste mal. Dieser Abgang ward auch in der Folge bey allen andern Täfelchen bemerkt, und scheint vom Verluste gewisser Theilchen des Steins selbst, die im Feuer zerstörbar sind, herzurühren. Die größte Menge Feuchtigkeit, welches dieses Täfelchen verschlucken konnte, war also 72 Gran. Wenn man daher von dem jedesmal untersuchten Gewichte des in der freyen Luft hängenden Steins das eigenthümliche Gewicht desselben, das man durch das Glühen gefunden hat, abziehet, so zeigt der Rest die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit an, welche dann allezeit nach Beschaffenheit einer trocknen oder feuchtern Luft auch verhältnißmäßig weniger oder mehr beträgt.

Hieraus folgt, daß dieser Art Hygrometer ein hoher Grad der Vollkommenheit eigen ist, indem man an ihnen zwey bestimmte Punkte, nämlich sowohl den höchsten Grad der Trockenheit, als auch den der Feuchtigkeit festsetzen kann.

In der Folge gab man den Täfelchen, die man zum beständigen Gebrauche bestimmte, eine runde Gestalt,

stalt, weil sich bey den eckigten die Ecken sehr leicht abstoßen. Uebrigens ist die Zubereitung der Täfelchen sehr leicht, indem man nur, nachdem man ihnen die runde Gestalt gegeben hat, so lange zwey zugleich mit Wasser und feinem Sande auf einander reiben darf, bis sie die gehörige Dünne erreicht haben. Je dünner sie gemacht werden, desto besser sind sie, indem dadurch die ganze Masse des Steins dem unmittelbaren Zutritt der Luft eine größere Oberfläche darbietet, und sie daher die verschiedenen Veränderungen der Luft in Ansehung der Menge der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit geschwinder anzuzeigen fähig werden.

Diesem Hygrometer könnte man den Vorwurf machen, daß es die abwechselnde Veränderung der Luft nicht geschwind genug anzeige; allein es geschieht gewiß in eben so kurzer Zeit, und, wenn es sehr dünne geschliffen ist, wohl noch geschwinder, als die Vergrößerung und Verminderung des Raums des Quecksilbers durch die jedesmalige Zu- und Abnahme der Wärme im Thermometer, bis sie nämlich die Glasröhre und das darin enthaltene Quecksilber in allen Theilen gleichförmig durchdringen und wieder verlassen kann. Nunmehr kam es darauf an, eine Vorrichtung zu erfinden, vermittelst welcher man die Beobachtungen an diesem Hygrometer aufs leichteste, bequemste und genaueste anstellen könne.

Zu dieser Absicht ward folgende Einrichtung gemacht: an die Seite eines Brets, welches ohngefähr eine Hand breit und 2 Fuß lang war, ward ein Schieber so befestigt, daß man ihn an dem Brete frey auf- und abschieben konnte; an dieses Bret befestigte Lowitz eine empfindliche Wage, an deren einen Schen-

kel

kel er das Ende einer aus Silberdrath verfertigten aus kleinen in einander gefügten Ringen bestehenden Kette hieng, welche ohngefähr so schwer war, als das Gewicht der Menge des Wassers beträgt, welches das Hygrometer zu seiner Sättigung erfordert; das andere Ende dieser Kette ward an dem obern Theile des Schiebers befestigt. Den Schieber schob er hierauf so lange in die Höhe, bis die Wage völlig im Gleichgewichte stand. Hiernächst zog er an einer willkührlichen Stelle von dem Brete in dem Schieber eine Linie. An den andern Schenkel der Wage hieng er um ein Gewicht von 10 Gran, worauf er dann den Schieber so weit herunter schob, bis die Wage wieder vollkommen ins Gleichgewicht kam. Den Zwischenraum beyder Stellen, wo die Wage im Gleichgewichte war, theilte er in 10 gleiche Theile, deren jeder einen Gran anzeigte, und trug solcher Theile mehr, so weit es nöthig ist, fort. Auf dem Schieber machte er ebenfalls vom Zeiger an eine Eintheilung von 10 gleichen Theilen, deren jeder Theil aber genau um $\frac{1}{10}$ kleiner war, als die Theile der Skale, welches dazu diente, um beym Wägen auch vollkommen den zehnten Theil eines Grans bestimmen zu können.

Hierauf wurde für jedes Täfelchen, welches zu Beobachtungen bestimmt war, ein Gewicht aus Messing gemacht, das vollkommen so viel wog, als die eigenthümliche durch das Glühen gefundene Schwere des Täfelchens betrug. So oft man nun den Zustand des Hygrometers untersuchen wollte, hieng man an den einen Arm der Wage das Täfelchen, und an den andern dasjenige Gegengewicht, welches der eigenthümlichen Schwere des Täfelchens gleich war; wäre nun

nun in dem Hygrometer nicht die geringste Feuchtigkeit vorhanden, so würde der Zeiger auf Null zu stehen kommen. Da aber jederzeit nach Verschiedenheit der Witterung mehr oder weniger Wassertheile darin enthalten sind, und diese also ein Uebergewicht verursachen, so mußte man solches durch Verlängerung der Kette vermittelst des Schiebers ins Gleichgewicht bringen, da denn die Stelle des Zeigers an der Eintheilung bey einer jeden Beobachtung die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit aufs genaueste angab.

Weil diese Hygrometer so gehängt werden müssen, daß die freye Luft einen ungehinderten Zutritt zu ihnen hat, so muß man Sorge tragen, daß kein Regentropfen oder sonst eine zufällige Feuchtigkeit darauf kommen kann, indem sie im entgegengesetzten Falle ein Gewicht angeben würden, welches der Absicht, die man dabey hat, nämlich die größere oder geringere Menge der in der Luft wirklich enthaltenen Feuchtigkeit zu bestimmen, nicht entsprechen würde.

Bey einer lange anhaltenden nassen und regnigten Luft enthielt ein solches Hygrometer über 55 Gran Feuchtigkeit, und im Jahr 1774 bey einer sehr lange dauernden außerordentlichen Hitze, bey der die den Sonnenstrahlen ausgesetzte Erde so brennend heiß war, daß die Aepfel, welche von den Bäumen fielen, auf derselben gleichsam wie in einem Ofen gebraten wurden, und wobey das Thermometer im Schatten 83 Grad nach de l'Isle, oder 110 Grad nach Fahrenheit, zeigte, enthielt dasselbe Hygrometer nur 1½ Gran Feuchtigkeit.

Indeß-

Indessen hat Lowitz diesen Schiefer an keinem andern Orte finden können. Im Jahr 1782 machte er eine Reise zu Fuß über Maynz, Strasburg, Basel und Bern nach den Schweizer Alpen bis auf den St. Gotthard und von da über Zürch, Schafhausen, Stuttgard, Heidelberg, Frankfurt und Gotha wieder zurück nach Göttingen; er ließ es sich sehr angelegen seyn, irgendwo eine gleiche Steinart zu finden, welches ihm aber nicht glückte.

Selbst derjenige Distrikt bey Dmitriefsk, wo dieser Schiefer sich in sehr großer Menge befindet, ist nicht beträchtlich, indem nämlich nur die steile und ohngefähr 10 oder 15 Klafter hohe Ecke des rechten Ufers der Wolga, wo die Kamüschinka in dieselbe ausfließt, und auf deren Höhe ehedem die Stadt Kamüschinka gestanden hat, von welcher gegenwärtig nur der Wall und die Gruben der Keller noch zu sehen sind, ganz aus diesem Thonschiefer, welcher in horizontalen Lagen über einander liegt, besteht.

Die Tafeln dieses Schiefers sind von verschiedener Dicke, und lassen sich mit Hülfe eines Messers gleichsam wie Frauenglas in dünnere Blätter spalten; die meisten sehen blau aus, und diese sind zum Gebrauche die besten, dahingegen andere von weißer Farbe keine so feste Consistenz besitzen, und daher zerbrechlicher als die blauen sind. Sie haben einen ganz eigenen Geruch, der sich vorzüglich äußert, wenn man sie mit Wasser sättiget; durch das Glühen aber verlieren sie sowohl den Geruch, als auch die Farbe, und werden mehr gelbröthlicht. Man sieht in ihrer Masse eine Menge sehr feiner glänzender Pünktchen.

Das

Das andere Ufer der Kamüschinka besteht aus einem rothbraunen weichen Thone, der in eben solchen dünnen Blättern in horizontalen Lagen über einander liegt, und der, wenn man ihn trocknet, dieselbe Eigenschaft hat, die Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Daher ist es zu vermuthen, daß der Hygrometerstein auch ein Thon gewesen sey, der seiner Lage wegen, indem er den ganzen Tag den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist, durch die Länge der Zeit so sehr verhärtet ist; da hingegen zu jenem die Sonnenstrahlen fast niemals gelangen können.

Der junge Lowitz schickte nachher dem Herrn Etatsrath Baron von Asch ein Paar Stücke von diesem Thonschiefer, und dieser überschickte solche in der Folge an das Museum zu Göttingen. So kamen sie in die Hände Lichtenberg's, welcher ebenfalls das Urtheil darüber fällte, daß unter den mannichfaltigen Hygrometern, die den Grad der Feuchtigkeit durch Abwägen angeben, diesem der Vorzug bey weitem gebühre.

Zur Bestimmung der Größe der Ausdünstung sind in diesem Zeitraume mehrere und genauere Beobachtungen angestellt worden. Bey diesen Beobachtungen können zweyerley Absichten statt finden; entweder wünscht man die absolute Menge der in verschiedenen Jahrszeiten oder Jahren aus den Gewässern aufsteigenden Dünste zu kennen, oder man will nur für einen gegebenen Augenblick die Größe der Ausdünstung bestimmen. Man erkannte, daß zu jeder Absicht eine eigene Einrichtung des Werkzeuges erfordert werde.

Zu

Zu der ersten Absicht haben besonders Muschenbroek, Richmann, Wallerius und Lambert die Größe der Ausdünstung untersucht. Muschenbroek c) gebrauchte bleyerne Gefäße von 6 Zoll ins Gevierte, fand die Ausdünstung aus einem solchen Gefäße von 12 Zoll Höhe stärker, als aus einem von 6 Zoll Höhe, und glaubte endlich daraus das Resultat ziehen zu können, daß sich unter übrigens gleichen Umständen die Größen der Ausdünstung wie die Cubikwurzeln aus der Höhe der Gefäße verhielten, wenn er die Versuche im Freyen anstellte; auf seinem Zimmer hingegen konnte er zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen nie einen merklichen Unterschied finden.

Richmann d) fand ebenfalls die Ausdünstung aus tiefern Gefäßen stärker, und erklärt dieß dadurch, daß die Ausdünstung von dem Unterschiede der Temperaturen des Wassers und der Luft abhange, und dieser Unterschied in tiefern Gefäßen größer und dauerhafter sey, weil sie die Temperatur der umliegenden Luft nicht so schnell annehmen. Um die Größe der Ausdünstung so genau als möglich zu bestimmen, schlug Richmann vor, das Atmometer mit einem größern von oben bedeckten und mit Wasser gefüllten Gefäße in Verbindung zu bringen, damit die Höhe des Wassers im Atmometer selbst weder durch die Ausdünstung merklich vermindert, noch durch den Regen vermehrt werden möge.

Wal-

c) Tentamina experimentor. capt. in Academia del Cimento. T. II. p. 62.

d) Comment. Petropol. T. XIV. p. 273. Nov. comment. Petrop. T. I. p. 198. T. II. p. 145.

Wallerius c) hat eine große Menge Versuche über die Ausdünstung des Wassers mit vielem Fleiße angestellt. Er ließ sich hiezu zwey parallelepipedische Kasten, den einen 2, den andern nur 1 geometrischen Zoll hoch, verfertigen. Beyde hatten gleiche und ähnliche Grundflächen. Nachher gebrauchte er hiezu cylindrische Gefäße von ungleichen Höhen und ungleichen Grundflächen. Nachdem er diese mit feuchtem Thon umgeben hatte, so fand er, daß die Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen gleich stark war; er glaubte sogar aus seinen Versuchen schließen zu dürfen, daß sich die Ausdünstung des Wassers in gleicher Zeit und einerley Umständen wie die Oberflächen des Wassers verhalte, auf welche die Luft unmittelbar wirkt, wenn die andern Seiten gegen ihre Wirkung bedeckt werden. Um dieses Gesetz noch mehr zu prüfen wiederholte er die Versuche, wobey er zugleich mit Rücksicht auf die Barometer- und Thermometerstände nahm. Das Wasser ward des Morgens gewogen, und jeden Morgen frisches Wasser in die cylindrischen Gefäße gegossen. Alle Gefäße standen in ihren zubereiteten Behältnissen von Thon in freyer Luft. Wenn Regen einfiel, bedeckte er allezeit die Gefäße mit einem Brete, das er wegnahm, wenn der Regen aufgehört hatte. Aus dem einen Gefäße, dessen obere Fläche ohngefähr 193964 Quadratskrupel war, dunsteten innerhalb 6 Tagen am Ende des Monats May und zu Anfang des Jun. $24\frac{1}{2}$ Unze, und innerhalb 7 Tagen im Anfange des August 14 Unzen aus. Ueberdieß ergaben auch seine Versuche, daß bey sonst gleichen Umständen die Ausdün-

c) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. VIII. S. 3. f. der Uebers.

dünstung desto stärker war, je mehr die Wärme zunahm. So hat er mehreremal bemerkt, daß die Ausdünstung Nachmittags stärker war, als Vormittags, weil meistentheils die Nachmittagswärme grösser ist. Jedoch ist die Stärke der Ausdünstung dem Ab- und Zunehmen der Wärme nicht proportionirt, oder sie verhält sich nicht wie die Ausdehnungen der flüssigen Materie im Thermometer.

Endlich fand er noch, daß auch der Wind die Ausdünstung des Wassers vergrößere.

In Lambert's[f]) Versuchen ist der Unterschied zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen gar nicht anzutreffen.

Um die Größe der Ausdünstung für einen bestimmten kleinern Zeitraum zu erfahren, beschreibt Richmann[g]) ein eigenes Werkzeug. Er bestimmt es eigentlich zu Abmessung der Ausdünstungen des Wassers von verschiedener Temperatur. Es besteht aus drey cylindrischen Gefäßen von Blech; das weiteste und tiefste derselben wird mit Wasser angefüllt. In diesem Wasser schwimmt das zweyte etwas kleinere Gefäß, welches leer bleibt, und ganz verschlossen ist; damit es nicht schief schwimme, stehen Stäbe mit Rollen zur Seite, zwischen welchen es frey auf- und absteigen, aber nicht seitwärts weichen kann. Das erste mit Wasser gefüllte Gefäß ist auch ver-

f) Essay d'hygrometrie, Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1769. p. 68. 1772. p. 65. Hygrometrie, aus dem franz. übers. Augsp. 1774. Forts. 1775. 8.

g) Atmometi s. machinae hydrostaticae constructio in Nov. comment. Petrop. T. II. p. 121.

verschlossen, aber in seinem Deckel sind drey Löcher. Durch diese gehen drey metallene Füße, welche auf dem schwimmenden leeren Gefäße aufstehen, und das dritte offene Gefäß tragen, welches mit dem ausdünstenden Wasser angefüllt ist. So wie nun von diesem Wasser etwas ausdunstet, und das Gefäß dadurch leichter wird, druckt es weniger auf das schwimmende Gefäß, das letztere hebt sich daher im Wasser höher, und die Füße, welche sich in den Löchern des Deckels frey bewegen können, treten mehr heraus, heben also das obere Gefäß, welches eine an ihm befestigte Skale an einen Zeiger hinführt, und dadurch die Größe der Hebung anzeigt. Wie viel Gran ein jeder Theil der Skale gelte, kann man durch hineingeworfene Gewichte vorher leicht ausmachen, und so durch die Skale die Größe der Ausdünstung bis auf die feinsten Theile abmessen.

Um die Menge des aus der Atmosphäre herabfallenden Regenwassers zu bestimmen, hat in diesem Zeitraume Roger Pickering[h]) unter andern meteorologischen Werkzeugen folgendes Regenmaaß beschrieben: es besteht aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche mit einer Glasröhre von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Länge dieser Glasröhre, welche in ein Bret mit einer Skale eingelegt ist, beträgt gegen 3 Fuß. Durch die Skale wird die Höhe angezeigt, welche ein Cubikzoll Wasser in der Röhre einnimmt, und welche überdem noch in eine Anzahl gleicher Theile getheilt werden kann, z. B. in 100 Theile, wenn man die Beobachtungen in Hunderttheile eines Zolls anstellen will.

Ein

h) Philos. Transact. for the year 1744. n. 473.

Ein anderes Regenmaaß hat Johann Lesche [i]), welcher von 1750 bis zu Ende 1761 Versuche damit anstellte, beschrieben. Er ließ nämlich ein kubisches Gefäß von Eisenblech machen, dessen inwendige Höhe 4.330 Zoll war. Diesen Würfel füllte er mit Brunnenwasser, und das wog 1277 halbe Quentch. oder fast 5 Pfund. Nachher ließ er dieses Würfels ebenen Boden wegnehmen, und setzte statt dessen unten daran vier geneigte Bleche, die sich in einer Röhre zusammenschlossen, welche man in eine Flasche, die einen langen Hals hat, stecken kann. An die Röhre ließ er einen Hut befestigen, der die Mündung der Flasche bedeckte, daß kein anderes Wasser in die Flasche kommen konnte, als das aus dem Regenmaaße herablief. Der Boden mußte unten geneigte Ebenen besitzen, damit auch kleine Regentropfen herabliefen und nicht sitzen blieben, bis sie wegdunsteten, auch daß Hagel und Schlagregen nicht wieder heraussprängen. Er setzte die Flasche mit dem Regenmaaße auf einen starken viereckten Pfeiler, der für sich 5 Fuß über die Erde erhoben war. Wenn man nun das Regenmaaß mit seiner Flasche darauf stellte, so waren dessen Ränder mehr als drey Ellen über die Erde erhoben, damit der Schnee, den der Wind herumtrieb, nicht hinein stöberte und mit dem, welcher unmittelbar aus der Luft herabfiel, zugleich in Rechnung käme. Die Seiten des Pfeilers hatten genau die Dicke des Regenmaaßes. Damit es fest und unverrückt stand, ward an jeder Seite des Pfeilers ein Nagel eingeschlagen, der

i) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XV. S. 16. der Uebers.

der so lang war, daß er bis auf einen Querfinger an den obersten Rand des Regenmaaßes hinauf reichte. Er ließ aber die Nägel oben abschleifen, damit sich kein Schnee auf ihre Köpfe legen konnte. Der Pfeiler stand auf einem freyen Platze im Garten, von Häusern und Bäumen entfernt.

Die Messung anzustellen, war folgendes nöthig: 1. ein Paar cylindrische Gläser, die so verglichen waren, daß das eine 6 Quentchen, das andere 6 Loth Wasser hielt. Wie weit jedes Quentchen und Loth gieng, zeigte ein Demantstrich an. 2. Eine Tafel, die von $\frac{1}{4}$ Quentchen bis 37 Loth berechnet war, und anzeigte, wie viel jedes Quentchen oder Loth im Glase Höhe im Regenmaaße selbst einnimmt. Diese Tafel muß man bey der Hand haben, so oft man das Wasser aus dem Regenmaaße selbst messen will. Sie wird also berechnet: wenn 1277 halbe Quentch. die ganze Höhe des Würfels einnehmen, welche 4,330 schwedische geometrische Zoll beträgt, wie viel Höhe im Würfel nimmt $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 Quentchen oder Loth u. s. w. ein?

Leche hatte nie versäumt, das Wasser zu messen, sobald der Regen vorüber war. Wenn so viel Schnee fiel, daß er befürchtete, das Regenmaaß möchte voll werden, ehe das Schneyen aufhörte, welches doch selten geschah, so schüttete er den Schnee heraus in ein Faß. Wenn es nun zu schneyen aufhörte, nahm er das Regenmaaß mit seiner Flasche herein, damit der Schnee schmolz, und maaß alsdann das Wasser.

Wässerige Meteore.

Was die gewöhnlichen Eigenschaften des Regens betrifft, so beschreibt sie Musschenbroek [k]) auf folgende Art. Wenn es regnen will, zeigen sich zuerst zerstreut schwebende weiße Wolken, die sich immer mehr vereinigen, mit andern hinzukommenden sich in eine gleichförmige Wolke zusammenziehen und den ganzen sichtbaren Himmel bedecken. Diese Wolken werden immer dichter, senken sich, verlieren die weiße Farbe, schwächen das Tageslicht mehr oder weniger, und scheinen gegen die Erde zu gleichsam einen Rauch von sich zu geben, bis sie endlich den Regen ausgießen. Je weißer die Wolke ist, desto dünner ist der Regen, und desto kleiner sind die Tropfen. Zuweilen ist nicht der ganze Himmel überzogen, sondern es schweben an demselben nur einzelne schwarze und dichte Wolken, aus welchen es regnet; dieser Regen hört auf, wenn der Wind die Wolke forttreibt, und der Himmel wieder heiter wird. Wenn eine gleichförmige Wolke den ganzen Himmel überzieht, so fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe und gleich weit aus einander; hingegen sind sie ungleich und fallen bald dichter bald dünner, wenn der Himmel nach einer Gegend weißer, nach der andern dunkler aussieht. Wenn eine Wolke durchgehends gleichförmig, aber langsam, verdichtet wird, daß sich die Dünste nach und nach vereinigen, oder wenn die Verdichtung am untern Theile anfängt und langsam nach oben zu fortgeht, so bilden sich kleine Tropfen, welche langsam fallen, und es entsteht ein Staubregen; fängt aber die Verdichtung an dem obern Theile an, so werden die

k) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2360.

die Tropfen durch die Vereinigung mit mehreren, die im untern Theile während des Fallens hinzukommen, größer. Verdichtet sich eine ganze Wolke plötzlich, so fallen sehr große und dichte Tropfen, oder das Wasser fällt auf einmal in ganzen Massen herab. Dieß sind die Platzregen und Wolkenbrüche. Gewöhnlich sind die Tropfen an niedrigen Orten größer, als auf den Bergen. Sehr oft fängt der Regen mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewissen Grade stärker und dichter, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf.

Was die Anzahl der Regentage an verschiedenen Orten betrifft, so ist sie sehr ungleich. Muſschenbroek [l]) führt ein ziemlich starkes Verzeichniß von den Regenzeiten verschiedener Länder aus Reisebeschreibungen an, welches zu erkennen giebt, daß hiebey fast alles von der Lage gegen Meere, Seen, Flüsse, Gebirge und Waldungen abhange. Kraft [m]) rechnet in Petersburg jährlich nicht mehr, als 40 Regentage; Muſschenbroek in Leiden 107; in Chur zählte Lambert 138 heitere, 112 trübe, 115 Regentage, und Bergmann giebt für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage an. Ueberdieß giebt es Gegenden der heißen Länder, besonders ebene, wo wenig Wasser aus dem Dunstkreise herabfällt, und selbst solche, wo es fast nie regnet; jedoch fällt in solchen Ländern außerordentlich viel Thau, der oft das Erdreich sehr anfeuchtet. Don Ulloa versichert, daß es in den Thälern von Peru nie regne; aber die wässerigen Dünste verwandeln sich hier in eine Art von Thau oder Staubregen, den die Bewohner dieser Thäler Garua nennen.

Ueber

l) Introd. ad philos. natur. T. II. §. 2365.
m) Comment. Acad. Petrop. Vol. IX. p. 348.

Ueber die Menge des aus der Atmosphäre herabgefallenen Wassers, wozu Regen, Schnee, Hagel, Reif und Thau gerechnet werden muß, hat man zwar in diesem Zeitraume verschiedene Beobachtungen angestellt; allein sie sind doch noch lange nicht hinreichend, die jährliche Summe des aus der Atmosphäre herabfallenden Niederschlags zu berechnen. Die Schätzung des Thaues hat hiebey die meiste Schwierigkeit gemacht. Nach Hales[n]) Berechnungen giebt der Thau ohngefähr 3,39 Zoll Wasser.

Wie groß die Höhe des herabgefallenen Regenwassers in verschiedenen Ländern ist, darüber finden sich einige Beobachtungen in den philosophischen Transactionen gesammlet. Aus 12jährigen Bemerkungen zu Padua[o]), von 1725 bis 1736, findet sich die jährliche mittlere Höhe 30½ schwedische Zoll. Zu Rom regnet es fast eben so viel[p]), und allein im Octob. 1741 ist daselbst 9 Zoll hoch Regen, oder fast eine halbe Elle tief gefallen. In Südcarolina in Amerika[q]) ist aber der Regen noch häufiger. Vom Anfange 1738 bis zu Ende 1752 hat das Regenwasser kein Jahr unter 31; aber 1740 über 56 schwed. Zoll betragen. Die mittlere Höhe der 15 Jahre ist 41 Zoll, oder etwas über 2 Ellen gewesen. In einem einzigen Monate fällt daselbst oft mehr Regen, als in Schweden im ganzen Jahre. Zwölfjährige Beobachtungen zu Berlin, 1728 bis 1739, geben die mittlere Höhe[r]) des Regens 20,6 engl. oder 17,7 schwed.

n) Statique des végétaux aus dem engl. übers. pag. 48.
o) Philos. Trans. Vol. XXVII. et XL.
p) Ibid. Vol. XLII.
q) Ibid. Vol. XLVIII.
r) Miscell. Berolin. T. IV. et VI.

schwed. Zoll. Zu Wittemberg s) ist die mittlere Höhe von 1728 bis 1735, also von 8 Jahren, 16,8 schwed. Zoll gewesen.

Wargertin t) hat die Beobachtungen, welche hierüber in Upsal gemacht worden sind, gesammlet, und sie auf folgende Art angegeben.

Jahr		Höhe des Wassers Zoll	Jahr		Höhe des Wassers Zoll
1739	=	17,023	1752	=	11,996
1740	=	14,923	1753	=	16,238
1741	=	15,285	1754	=	16,305
1742	=	15,919	1755	=	20,344
1743	=	14,046	1756	=	14,505
1744	=	16,025	1757	=	13,313
1745	=	14,256	1758	=	9,114
1746	=	20,055	1759	=	12,088
1747	=	13,405	1760	=	13,133
1748	=	10,718	1761	=	12,237
1749	=	13,671	1762	=	11,679
1751	=	12,371			

Aus diesen Beobachtungen, bemerkt Wargertin, findet sich die mittlere Höhe zu Upsal 12,289 Zoll, oder fast ½ Elle.

Wenn man nun, sagt er, alle vorhergehende und die gleich anzuführenden Beobachtungen des Herrn Lesche mit einander vergleicht, so finde sich, daß es in Carolina am meisten regne; weniger in Italien, viel weniger in Holland und Finnland, noch weniger in Deutschland und England, am allerwenigsten in Frankreich und Schweden. Der Unterschied sey so groß, daß es in Südcarolina fast dreymal so viel regne, als in Schweden.

Des

s) Miscell. Berolin. T. IV.

t) Schwedische Abhandl. B. XXV. p. 13. der Uebers.

Des Herrn Leche v) Beobachtungen, welche er von 1750 bis 1761 angestellt hat, sind folgende:

Jahr	Jan.	Febr.	März	April
1750	1,091	2,472	2,136	0,273
1751	0,673	0,746	2,058	0,705
1752	1,971	0,769	1,528	1,435
1753	0,926	0,769	1,561	0,831
1754	1,347	1,256	0,757	1,593
1755	0,744	0,556	0,346	1,779
1756	1,572	1,352	1,109	3,330
1757	0,426	0,974	1,417	2,695
1758	0,298	1,141	1,090	0,315
1759	1,931	1,278	2,815	0,832
1760	1,635	1,567	0,653	0,218
1761	1,803	1,706	1,447	1,464
Summe	13,417	15,586	16,917	15,470
Mittel	1,201	1,216	1,410	1,289

Jahr	May	Juni	Jul.	Aug.
1750	1,357	1,727	1,373	3,818
1751	1,122	1,818	2,314	1,500
1752	0,724	1,015	3,473	4,264
1753	1,724	0,591	2,318	2,804
1754	1,565	2,624	3,095	1,032
1755	0,379	2,489	2,685	4,266
1756	1,275	1,689	3,463	2,775
1757	2,088	1,125	0,000	1,311
1758	0,856	1,401	1,260	1,944
1759	1,812	1,084	0,983	2,015
1760	0,610	1,875	3,705	4,785
1761	0,689	0,810	1,028	1,371
Summe	14,191	18,248	25,700	32,884
Mittel	1,267	1,521	2,159	2,740

Jahr

v) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXV. p. 19. der Uebers.

Jahr	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	Summe des Jahrs
1750	0,900	0,259	2,473	0,532	18,411
1751	1,709	1,766	4,509	1,800	20,717
1752	0,820	2,513	1,773	2,064	22,349
1753	3,025	0,875	2,904	0,473	18,801
1754	1,802	2,736	2,205	1,925	21,937
1755	2,557	1,902	3,202	1,892	22,797
1756	0,595	1,553	2,608	0,426	21,745
1757	1,757	1,294	3,196	0,920	17,203
1758	2,588	2,723	1,454	1,839	16,915
1759	2,724	3,117	1,804	1,161	22,556
1760	2,452	3,232	2,310	2,272	25,314
1761	2,274	1,438	1,531	1,005	16,556
Summe	23,203	23,408	29,969	16,309	
Mittel	1,935	1,951	2,496	1,359	20,442

Aehnliche Beobachtungen hat Schonmark x) vom Jahr 1753 bis 1763 zu Lund angestellt, aus welchen sich die jährliche mittlere Höhe 15,906 schwed. Zoll ergiebt.

In Paris sind die Beobachtungen ununterbrochen fortgesetzt, welche man in den Mémoires de Paris findet, und hier vollständig anzuführen zu weitläuftig seyn würde.

Musschenbroek hat verschiedene Beobachtungen gesammlet, welche Brisson durch andere vermehrt hat, und welche die folgende Tafel angiebt:

Jährliche Menge des Regens zu

Utrecht	= 24 Rheinl. Zoll	Harlem	= 24 Rhl. Zoll
Leiden	= $29\frac{1}{3}$ - -	Haag	= $27\frac{1}{2}$ - -

Delft

x) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissens. B. XXVI. p. 159. der Uebers.

Jährliche Menge des Regens zu

Ort	Menge	Ort	Menge
Delft	= 27 Rhl. Zoll	Ulm	= $26\frac{1}{8}$ Rhl. Zoll
Dortrecht	= 40 - -	Wittemberg	= $16\frac{1}{2}$ - -
Middelburg in Zeeland	= 33 - -	Berlin	= 20 - -
Im Südersee	= 27 - -	Lancaster	= 41 Lond. Zoll
Harderwyk	= 27 - -	Upminster	= $29\frac{1}{2}$ - -
Paris	= 20 Par. Zoll	Plymuth	= 30,909 -
Lion	= 37 - -	Edinburgh	= 22,518 -
Rom	= 20 - -	Upsal	= 15 Schw. Zoll
Padua	= $37\frac{1}{2}$ - -	Algier	= 27-28 Lond. -
Pisa	= $34\frac{1}{2}$ - -	Madera	= 31 - -
Zürch	= 32 - -	Charlestown	= 51 - -

Aus diesen Beobachtungen läßt sich übersehen, daß die Ungleichheit nach Zeit und Ort sehr groß ist, und daß es schwer ist, zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche ein schickliches Mittel zu wählen. Bergmann glaubt, man könne jährlich 30 Zoll für das allgemeine Mittel nehmen; denn wenn es gleich an einigen Orten gar nicht regne, und in Europa die mittlere Höhe meistens nur 15 bis 20 Zoll betrage, so gebe es doch Orte, wo es fast immer regne, und andere, wo das Wasser zu gewissen Zeiten fast herunter gegossen werde. Unter dieser Voraussetzung beträgt die Menge des jährlichen Niederschlags über die ganze Erdfläche (weil 30 Zoll = $\frac{1}{9130}$ geogr. Meile) $\frac{9282060}{9130} = 1016$ geographische Cubikmeilen. Im Ganzen genommen muß der Niederschlag aus der Atmosphäre eben so viel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünstungen zuführt,

führt, weil sonst die Atmosphäre ein beständiges Zu- und Abnehmen ihres Gewichtes zeigen müßte, dergleichen aber die Barometer nicht angeben.

Ueber die Entstehung der wässerigen Meteore sind die Meynungen in diesem Zeitraume sehr verschieden gewesen.

Nollet [y]) erklärt sie so: den Tag über werden die Erde und die Luft, welche sie umgiebt, von den Sonnenstrahlen zugleich erwärmt. Sobald aber die Sonne untergeht, vermindert sich die Wärme nach und nach; indessen erhält sie sich in dichtern Körpern viel längere Zeit, als in weniger dichten, so daß während der Nacht gewöhnlich die Erde und Gewässer viel wärmer sind, als die atmosphärische Luft. Alsdenn wird sich die Materie des Feuers, die sich beständig nach Art anderer Flüssigkeiten auszudehnen strebt, von der Erde in die Luft erheben, und sehr feine Theilchen der Körper mit sich nehmen. Beym Aufgange der Sonne hingegen wird die Atmosphäre zuerst erwärmt, und indem sich die Luft ausbreitet, schlägt sie diese feinen aufgestiegenen Dünste als Thau nieder. Gegen das Ende des Herbstes, wo die Nächte anfangen länger zu werden, und folglich die Erde kalt zu werden Zeit hat, gefrieren diese niedergeschlagenen Theilchen, und bilden den sogenannten Reif. Sehr oft aber erheben sich die niedergeschlagenen Theilchen, entweder durch die Ausbreitung der Luft, die sie umgiebt, oder durch den Wind, und sie verdunkeln den niedrigen Theil der Atmosphäre, wo sie dann den sogenannten Nebel verursachen. Die Nebel sind im Winter viel häufiger als im Sommer,

y) Leçons de physique experiment. T. III. à Paris. 1744. 12.

mer, weil die Dünste durch die Kälte sogleich verdichtet werden, noch ehe sie in die Höhe steigen können.

Wenn sich die Nebel so hoch erheben können, daß sie haufenweise oder zusammenhängend in der Luft schweben oder darin schwimmen, so bilden sie Wolken. Diese sind nicht überall gleich hoch über der Erdfläche erhaben, weil sie beständig mit der Luftschicht, worin sie sich befinden, in einem gewissen Gleichgewicht seyn müssen. Wenn die Wolken sich durchs Zusammenstoßen oder durch Verdichtung der Luft, die sie umgiebt, verdichten, so vereinigen sich ihre Theilchen in Tropfen, welche herabfallen und so den Regen bilden. Die Kälte, welche die Dünste verdichtet, kann so beträchtlich seyn, daß sie sich in Schnee oder Hagel verwandeln; in Schnee nämlich, wenn die Dünste schon gefrieren, noch ehe sie sich in Tropfen vereinigt haben, und in Hagel, wenn die zum Gefrieren des Wassers nöthige Kälte erst nach der bereits erfolgten Tropfenbildung erfolgt.

Zur Entstehung des Regens nimmt Beccaria [z]) außer der damals angenommenen Verdichtung der aufgestiegenen Dünste noch die Elektricität zu Hülfe, deren Stärke sich an seinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des herabgefallenen Regens verhielt. Denn die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den elektrischen Gewitterwolken, das Leuchten der Regentropfen, welches besonders Bergmann im Jahr 1759 im Steptemb. sehr stark beobachtet hatte, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, und das gewöhnliche Beyeinanderseyn der Gewitter und Regen zeigen offenbar das Daseyn der Elek-

z) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1754. 4.

Elektricität an. Die Entstehung des Regens erklärte er nun auf folgende Art. Die Elektricität unserer Erde steige da, wo sie sich im Ueberfluß befinde, auf, und nehme eine große Menge Dünste mit in die obern Regionen. Eben diese Ursache nun, welche diese Dünste sammle, verdichte sie auch wieder, und bringe dadurch die Wassertheilchen so nahe zusammen, daß sie sich in Tropfen vereinigen und so als Regen herabfallen könnten. Die Wolke verbreite sich von dem Orte der Entstehung gegen diejenigen Stellen der Oberfläche der Erde, wo ein Mangel an Elektricität anzutreffen sey, und theile ihnen durch den herabgefallenen Regen so viel davon mit, daß dadurch das Gleichgewicht der Elektricität der Erde wieder hergestellt werde. Brachte sich Beccaria isolirt mit dem Reibzeuge der Elektrisirmaschine in Verbindung, und tröpfelte er geschmolzenes Geigenharz in einen mit dem Conduktor verbundenen Löffel, so zog der Rauch längst seinem Arme und am ganzen Körper bis zu dem andern mit dem Reibzeuge in Verbindung stehenden Arme hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geschwollen und gewölbt war. Auf solche Art bildeten sich, wie er glaubte, die Regenwolken, indem sie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der positiven zuführen. Diese Erklärung fand so vielen Beyfall, daß seit dieser Zeit die Elektricität als eine vorzüglich mitwirkende Ursache der Entstehung des Regens betrachtet worden ist.

Nach Musschenbroek's [a]) Meynung entsteht der Regen hauptsächlich von den Winden mit Beyhülfe der Elektricität. Die Elektricität soll nämlich die-

a) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2362.

dienen, die Dünste von der Erde in die obern Regionen der Atmosphäre zu führen, und sie daselbst zu erhalten. Sobald also diesen Dünsten die Elektricität entzogen wird, so werden sie auch wieder herabfallen müssen. Begegnet nun eine Wolke von geringerer Elektricität einer andern mehr elektrisirten, folglich wasserreichern Wolke, und entzieht jene dieser Elektricität, so wird erstere höher in die Atmosphäre aufsteigen, diese aber sich senken und zu Regen verdichten. Verliert sie aber durch eine Begegnung Einer Wolke nicht genug Elektricität, so wird sie in der Folge mehr Wolken antreffen, welche ihr mehr entziehen, bis sie ganz aufgelößt ist. Die Winde sind aber doch die Hauptursache des Regens, nebst den Gährungen der Dünste, welche Wind erzeugen. Daher auf heiße Nachmittage und Abende, wo diese Gährungen stark sind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folgt. Besonders verursachen diejenigen Winde Regen, welche 1. von oben herab auf die Wolken treffen, sie verdichten, ihre Elektricität rauben, und die Dünste zusammendrucken; welche 2. Luft mit Dünsten vom Meere her über das Land führen, und gegen Berge, Anhöhen und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren; daher auch in den gebirgigten Gegenden mehr Regen herabfällt; welche 3. gegen einander stoßen, und die Wolken gegen einander drukken, wie im äthiopischen Meere, Guinea gegen über, auch welche von allen Seiten zusammen stoßen, und die Wolken plötzlich zu Wasser verdichten, das oft in großen Massen aus der Luft herabfällt. Auch tragen die Wälder wegen ihrer starken Ausdünstung viel zum Regen bey. Eben wegen der sehr großen Wälder hat Schweden häufige Platzregen, und die Antil-

len waren vormals weit feuchter, ehe daselbst die Wälder ausgerottet wurden. Noch führt Bouguer an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil an bis nach Panama, in einem mit Holze reich bewachsenen Striche von 300 Meilen, sehr oft regne, hingegen vom Guajaquil an bis 400 Meilen südwärts, wo der Boden frey und sandig ist, gar kein Regen falle.

Aus dieser Musschenbroek'schen Erklärung, der die übrigen in den Hauptpunkten ähnlich sind, ersieht man, daß man damals das Wasser in seiner gewöhnlichen Gestalt in der Atmosphäre suchte, wobey es schwer fiel, sein Aufsteigen zu erklären und mit dem Gange des Barometers zu vereinigen, da hingegen die Erklärung der Verdichtung und des Niederfallens an sich den Physikern wenig Mühe verursachte. Die Elektricität war denjenigen sehr willkommen, welche das Aufsteigen zu erklären suchten; also betrachtete man sie auch gern als mitwirkende Ursache des Niederfallens, zumal da man bey jedem Regen unläugbar Elektricität bemerkt. Der Abt Bertholon de St. Lazare erklärt alle wässerige Meteore aus Elektricität der Luft und Wolken, die der Elektricität der Erde ungleichartig ist, und zwischen beyden eine Anziehung verursacht. Dadurch zieht entweder die Luft die Dünste aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht sie niederwärts, wie beym Regen. Sind viel Dünste aufgezogen worden, und wird darauf das Gleichgewicht wieder hergestellt, so fallen sie wieder herab, daher die plötzlichen Ergießungen bey Gewittern entstehen; dauern die entgegengesetzten Elektricitäten lange Zeit, so können sich die Dünste lange Zeit in der Atmosphäre erhalten u. s. f.

Da

Da man aber bey allen diesen Erklärungen Schwierigkeiten fand, theils wegen des Aufsteigens des Wassers in die Luft, theils wegen anderer dabey vorkommenden Ereignisse, so suchte man die Entstehung des Regens aus der besonders von le Rot vorgetragenen Auflösungstheorie herzuleiten. Hiernach wird nämlich die Ausdünstung als eine chemische Auflösung des Wassers in Luft betrachtet; mithin schwebt das Wasser nicht in fein zertheilten Theilchen, sondern vielmehr in einer ganz andern Gestalt in der Luft, und besitzt, wie diese, Elasticität. Man muß daher auch annehmen, daß der Regen als eine Art von Niederschlag aus dieser Auflösung zu betrachten ist. Nun entsteht aber die Frage, auf welche Art ein solcher Niederschlag in der Atmosphäre erfolgen könne, und wirklich erfolge? Nach le Rot löst die Luft bis zum Sättigungsgrade mehr Wasser auf, je wärmer sie ist. Wird daher eine solche mit Wasser gesättigte Luftschicht erkaltet, so muß sie Wasser fahren lassen, und zwar um desto mehr, je kälter sie wird, eben so wie sich in einer gesättigten Salzsolution Salz niederschlägt, wenn die warme Auflösung erkaltet.

Vermischte Bemerkungen in Ansehung der wässerigen Meteore.

Bisher war man fast allgemein der Meynung gewesen, daß der Thau wirklich aus der Atmosphäre herabfalle. Allein Christian Ludwig Gersten [b]) bewieß

b) Diss. roris decidui errorem antiquum et vulgarem per observat. et experim. nova excutiens bey s. tentam. systém. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonstr. Frf. 1733. 8.

bewieß zuerst durch viele Versuche, daß wenigstens in Hessen der Thau fast immer aufsteige. Du Fay bemerkt, daß diese Meynung nicht neu sey, indem man schon in der Histoire de l'Academie vom Jahr 1687 finde, daß einige gemeint hätten, der Thau komme aus der Erde und falle nicht herab, weil man in umgestürzten Glocken eben so viel Thau finde, als an andern Orten, die der Luft ausgesetzt gewesen sind. Man habe aber diesen Gedanken nicht weiter verfolgt, bis endlich Gersten wieder darauf verfallen sey. Dieser hatte nämlich einen Versuch gemacht, die Barometerveränderungen auf eine ganz eigene Art zu erklären. Da nun diese seine Erklärung mit der Meynung, daß der Thau falle, nicht zusammenstimmen wollte, so unternahm er es, diesen Gegenstand einer genauern Untersuchung zu unterwerfen. Er hatte bereits in den Gärten wahrgenommen, daß das Gras des Abends sehr feucht und mit kleinen Wassertröpschen bedeckt war, ob man gleich an den Blättern der Bäume und an den hoch gewachsenen Pflanzen nicht das geringste davon bemerkte; überdem fand er, daß nicht alle Pflanzen auf gleiche Art benetzt waren; auf einigen befanden sich Wassertröpschen in Menge, da man im Gegentheil auf andern wenige oder gar keine bemerken konnte. Diese Beobachtung, welche er einige Tage hinter einander gemacht hatte, brachte ihn auf den Gedanken, daß der Thau von der Erde aufsteige, nicht aber herabfalle. Um sich davon zu versichern, stellte er mehrere Versuche an; er stürzte eine Glasglocke über eine Nessel, an welche sich, wie er wahrgenommen hatte, beständig viel Thau angelegt hatte, und fand am andern Morgen die Blätter und die innere Wand der Glocke voller Feuchtigkeit.

Ger-

Gersten hieng kupferne Bleche in verschiedenen Höhen über der Erde auf, und fand, daß die obere Fläche bisweilen bethauet, die untere hingegen allemal mit einer großen Menge Feuchtigkeit überzogen war. In der Folge hat er mehrere andere Versuche mit Cylindern von Holz, mit Papier, Glasröhren, mit Bleystangen und verschiedenen andern Körpern angestellt. Körper, welche auf Metallblechen lagen, wurden vom Thaue nicht feucht. Er schloß also hieraus, daß der Thau nicht falle, sondern aus der Erde heraufsteige.

Musschenbroek c) wiederholte Gerstens Versuche, und fand die nämlichen Erfolge; daher war er anfänglich Gerstens Meynung, daß der Thau nicht falle, er änderte sie aber, nachdem er mehrere und genauere Versuche angestellt hatte. Nach ihm giebt es verschiedene Arten von Thau; die eine Art ist die dichteste unter allen, und erhebt sich aus Seen, Flüssen und Bächen; die andere Art steigt von der Erde auf, und eine dritte Art fällt aus der Atmosphäre herab. Uebrigens lehrten ihm die Versuche, daß mancher Thau auf alle Körper ohne Unterschied, mancher nur auf gewisse Körper fällt. Glas und Porcellan wurden naß, wenn polirtes Metall und Steine daneben trocken blieben. Unter verschiedenen Arten von Leder nahmen das rohe Kalbfell, auch rother und gelber Saffian immer den meisten, blaues und schwarzes Leder den wenigsten Thau an. Musschenbroek vermuthet eine Mitwirkung der Elektricität, die er überhaupt bey der Erklärung der Aus-

c) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2344. sqq.

Ausdünstung mit zu Hülfe nimmt. Er fragt, ob vielleicht die Dünste steigen, wenn Elektricität hinzukommt, und fallen, wenn sie wieder hinweggeht? Endlich bemerkt er, daß es bey starkem Winde niemals thaue, wie schon Aristoteles anführe. Der meiste Thau falle in Holland vom April bis zum October, meistens 2 bis 3 Stunden nach Sonnenuntergang, und um Sonnenaufgang. Nach vorhergegangenem Regen, und überhaupt bey feuchtem Boden thaue es stark, imgleichen in den heißen Ländern, wo warme Tage mit kühlen Nächten abwechseln, wie Shaw vom wüsten Arabien bemerke, wo die Reisenden vom Thaue oft bis auf die Haut benetzt wurden.

Du Fay [d]) machte noch sorgfältigere Versuche bekannt. Er hieng verschiedene Glasplatten in verschiedenen Höhen, von 6, 13, 17, 25 und 31 Fuß, über dem Boden wagrecht auf, wobey er zugleich oben an der Leiter, die er zu diesem Geschäft gebrauchte, eine konische Glocke von Krystall angebracht hatte. Diese Vorrichtung geschah am 25ten Octob. 1736 um 4 Uhr des Nachmittags; um 5 Uhr bemerkte du Fay, daß sich an der untern Fläche der Glasplatten, die er auf die Erde gelegt hatte, viele Wassertropfen angelegt hatten, indessen sich hievon an den übrigen Glasplatten und an der Krystallglocke nichts zeigte; um 6 Uhr fand er einige Tropfen an der Grundfläche derjenigen Platte, welche 6 Fuß über dem Boden erhaben war; die übrigen aber waren noch ganz trocken; um 7 Uhr hatte sich die Feuchtigkeit bis zu den übrigen Glasplatten, jedoch im Verhältnisse ihrer Höhen, erhoben, so daß die höhern augen-

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1736.

genscheinlich weniger feucht waren, als die niedrigern; auch die Krystallglocke fand er benetzt, jedoch an der innern Fläche viel stärker als an der äußern, die gegen den Himmel gerichtet war. Am Morgen darauf um 5 Uhr fand er, daß die untern Flächen aller Glasplatten sehr stark bethauet waren. Du Fay wiederholte diese Versuche einige darauf folgende Tage mit demselben Erfolge.

Am 28ten Octob. spannte er drey linnene Tücher von gleichem Gewichte in verschiedenen Höhen über der Erdfläche aus, und fand am andern Morgen, daß das oberste Tuch am Gewichte 4 Unzen 6 Quentchen und 6 Grän, und das niedrigste 5 Unzen, $2\frac{1}{2}$ Quentchen zugenommen hatte.

Sonst bemerkte du Fay, daß der Thau gewisse Körper, z. B. Glas und Porzellan, weit stärker traf, als andere, auch gewisse Farben mehr, als andere. Von einer Tafel, die halb von Glas, halb von Metall war, ward die erste Hälfte naß, die zweyte nicht. Legte er eine Glasscheibe über die Fuge, so setzte sich viel Thau auf das Stück über dem Glase, wenig oder nichts auf das andere über dem Metalle. Ein polirtes Stück Metall in einem gläsernen Napfe blieb trocken, wenn gleich der Napf feucht ward; aber ein Stück Glas in einem metallenen Napfe ward feucht, indem der Napf trocken blieb.

Aus diesen Versuchen schloß nun du Fay, daß der Thau nur aufsteige, und vermuthete, daß er mit der Elektricität in Verbindung stehe.

Le Roy [*]) versuchte aus seinem bekannten System über die Auflösung des Wassers in der Luft eine

e) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

ne Erklärung des Thaues zu geben. Wenn sich nämlich die Luft den Tag über mit Feuchtigkeit sättiget, und gewöhnlich in den Nächten wieder erkaltet, so sey es natürlich, zu denken, daß diese Erkältung unter dem Sättigungsgrade herabkomme, und daß in diesem Falle das überflüssige Wasser niedergeschlagen werde und einen Thau bilde, der aus der Luft falle, vorausgesetzt, daß es dergleichen Thau gebe. Um diese seine Meynung zu bestätigen, stellte er folgende Versuche an:

Am 27sten Septemb. 1752 nach Sonnenuntergang beobachtete er auf der Pariser Sternwarte den Grad der Sättigung der Luft = $13\frac{1}{2}$ Grad. Er hieng nun ein Thermometer und eine weiße Glasbouteille auf. Am andern Morgen vor Sonnenaufgang war die äußere Glasfläche der Bouteille stark bethauet, und das Thermometer stand auf $12\frac{1}{2}$ Grad, also einen Grad unter der Sättigung, die er Abends vorher wahrgenommen hatte. Hieraus schloß nun le Roy, daß sich der überflüssige Theil des Wassers wirklich niedergeschlagen habe, und daraus klar sey, daß an gewissen Tagen der Thau wenigstens zum Theil aus der Luft komme. Diese Muthmaßung glaubt le Roy durch eine große Anzahl ähnlicher Versuche bestätigt gefunden zu haben. Jederzeit nämlich, wenn er die Bouteille bethauet gefunden hatte, war durch die Kälte der Nacht das Thermometer unter den Grad der Sättigung, den er Abends vorher beobachtet hatte, herabgesunken. Da er also seine Bouteille nie anders bethauet gefunden hatte, als wenn während der Nacht die Luft unter dem Sättigungsgrade erkältet war, so glaubte er daraus schließen zu dürfen, daß dieser Thau ganz allein von der Luft abgesetzt werde,

und daß derjenige Thau, welcher von der Erde aufsteigt, sich nie auf eine so große Höhe erheben könne.

Indessen führt le Roy einige Beobachtungen an, bey welchen er keinen Thau an seiner Bouteille wahrnahm, obgleich die Kälte in den Nächten das Thermometer unter dem Abends vorher beobachteten Sättigungsgrade herabgebracht hatte. Allein er bemerkt, daß sich während dieser Nächte der Wind geändert habe, nämlich von Süd oder West nach Nord; eine Aenderung, welche sehr schnell den Sättigungsgrad der Luft herabbringen könne, ohne daß man zu bemerken vermag, was für ein Sättigungsgrad der Luft durch diese Veränderung erfolgt sey.

Wenn sich nun, fährt le Roy fort, in dem Augenblicke Wasser in der Luft niederschlägt, und sich in ihr ein Körper befindet, der diese Wassertheilchen anzieht, so werden sie sich mit diesem verbinden müssen. Hieraus ist es leicht zu begreifen, warum dieser aus der Luft fallende Thau nicht allein die obere, sondern auch die untere Fläche des Körpers benetzt; denn die untere Fläche der Körper, z. B. das Glas, das Porzellan u. s. w. ziehe das Wasser an.

Die Eigenschaft, daß Wassertheile sich sehr leicht mit dem Glase, Porzellan u. s. w. verbinden, und von dem polirten Metalle zurückgestoßen werden, scheine dem Thaue nicht eigenthümlich zu seyn; im Gegentheil glaube er, sie sey allen wässerigen Dünsten gemein.

Wenn während der Nacht Thau aus der Luft gefallen war, so hatte er beständig des Morgens über einem bethaueten Striche, z. B. einer Wiese, einen dichten Dampf in Gestalt eines Nebels wahrgenommen,

men, welcher sich gewöhnlich 7 bis 8 Fuß über den Boden erhob, mannichmal mehr, mannichmal weniger. Diese Art sichtbarer Thau unterscheidet sich von dem unsichtbaren bloß in Ansehung der Quantität.

Außer diesen beyden Arten von Thau hat le Roy noch eine dritte Art bemerkt, welche aber nur an wenigen Tagen des Jahrs beobachtet wird. Diese Art von Thau hat er nie auf solchen Pflanzen finden können, welche im trocknen Erdreiche stehen. Ueberhaupt, meint er, die Feuchtigkeit, womit die Pflanzen bedeckt sind, sey sehr nahe der Feuchtigkeit der Stellen, wo sie sich befinden, proportional. Er hatte oft beobachtet, daß die Pflanzen auf ungleichartigem Boden da stark bethauet sind, wo er niedrig liegt und feucht ist; hingegen dieselben Pflanzen, welche in einem sandigen und trocknen wenige Fuß erhabenen Boden wuchsen, nicht die geringste Feuchtigkeit besaßen. Diese Beobachtungen erwiesen, daß dieser Thau nicht aus der Luft komme. Le Roy glaubt, daß er von dem feuchten Boden aufsteige, und sich an die Pflanzen lege. Seine Erfahrungen, welches dieses beweisen sollen, sind folgende:

Wenn man Glasstücke, 1 oder 2 Zoll breit, über einem feuchten Erdboden legt, so wird man wahrnehmen, 1. daß sie während des Tages mit keiner Feuchtigkeit überzogen werden, sie mögen entweder an einem sonnigen oder an einem schattigen Orte sich befinden, 2. daß sie in den Nächten, in welchen die dritte Art Thau beobachtet wird, mit Feuchtigkeit benetzt werden, da im Gegentheil diejenigen Glasstücke, die auf trockenem Boden liegen, nicht die geringste Feuchtigkeit besitzen. Hieraus folge also, daß

daß sich zur Nachtzeit eine Feuchtigkeit aus der Erde erhebe, die sich an die Glasstücke anlege; sie lege sich aber auch an die Pflanzen, wovon er sich durch folgenden Versuch überzeugte. Am 21ten April vor Sonnenuntergang legte er einige Grashalme auf ein Fadennetz, das über einen Ort, wo ähnliches Gras wuchs, gebreitet war; am folgenden Morgen, an welchem bloß die dritte Art Thau gefallen war, fand er nicht allein die auf dem Boden gewachsenen Pflanzen, sondern auch die auf dem Netze liegenden Halme befeuchtet.

Wie sich dieser Thau von der Erde erhebe, erklärt le Roy auf folgende Art: 1. bey einer gleichen Menge Feuchtigkeit hängt die Größe der Ausdünstung von der eigenen Wärme der Körper und der auflösenden Kraft der Luft ab; sie ist der Intensität beyder Ursachen proportional; 2. wenn die Luft nicht im Stande ist, alles Wasser nach dem Maaße, nach welchem es von einem Körper ausdunstet, aufzulösen, so bildet der nicht aufgelößte Theil allezeit einen Nebel, welcher sich an die gegenwärtigen Körper anlegt, vorausgesetzt, daß diese Körper um ein beträchtliches kälter sind, als derjenige, von welchem der Dunst ausgeht; 3. in einer Luft, deren auflösende Kraft sehr gering ist, kann der Dunst, welcher von einem Körper aufsteigt, bemerkt werden und die Körper benetzen, wenn er gleich in geringer Quantität zugegen ist; da im Gegentheil ein viel stärkerer Dunst unmerklich wird, und die Körper nicht naß macht, wenn die Luft eine stark auflösende Kraft besitzt. Diesen vorausgesetzten Principien gemäß ist nun die Erklärung diese:

1. Die Luft ist des Nachts viel kälter, als am Tage; wenn man diese Art von Thau beobachtet, so ist ihr Wärmegrad beständig sehr nahe dem Sättigungsgrade, ihre auflösende Kraft aber ist viel schwächer als während des Tages.

2. Die Erde erkältet sich in der Nacht nicht so sehr, als die Luft, so daß die Wassermenge, welche von der Erde aufsteigt, sich nicht in dem nämlichen Verhältnisse vermindert, als die auflösende Kraft der Luft geschwächt wird.

3. Endlich erkälten sich in der Nacht die Pflanzen oder das Glas, welche dieser Ausdünstung ausgesetzt sind, eben so sehr wie die Luft, und folglich ebenfalls viel mehr, als die Erde, so daß der Dunst, welcher sich von ihr erhebt, sich an diese Körper anlegen kann.

Diese Theorie glaubt er noch durch folgende Erfahrung bestätigt gefunden zu haben. Er brachte wohl angefeuchtete Erde in einen Topf, und stellte eine Glasplatte einige Linien über diese Erde; dieser Topf konnte ganze Tage lang in einem Zimmer stehen, ohne daß sich ein einziger Tropfen Wasser an die Glasfläche legte; der nämliche Erfolg hatte statt, wenn auch der Topf einen ganzen Tag über der Sonne ausgesetzt ward; sobald aber die Sonne die Erde wohl erwärmt hatte, und der Topf alsdann an einen kalten Ort gebracht wurde, so überzog sich die Glasfläche in wenigen Minuten mit Wassertröpfchen.

Die Entstehung dieses Thaues beruht auf den nämlichen Gründen, wie die der übrigen beyden Arten. Wenn sich nämlich die Luft in der Nacht bis auf den Sättigungsgrad erkältet, so fährt die Erde, wel-

welche viel wärmer als die Luft ist, fort, auszudünsten; diese aufgestiegene Feuchtigkeit kann aber von der Luft nicht aufgelößt werden, und muß daher in dem Zustande einer bloßen mechanischen Zertheilung verbleiben, oder, welches einerley ist, einen Nebel bilden. Hieraus läßt sich also leicht begreifen, daß sich an den Tagen, wo Thau aus der Luft fällt, diejenige Art von Thau bildet, welcher sich wie ein Nebel über feuchte Felder erhebt. Hieraus ist aber klar, daß dieser Thau auf dieselbe Art entsteht, als der andere, und bloß in Ansehung der Quantität von diesem verschieden ist.

Dieser Theorie zu Folge sucht le Roy noch folgende Fragen zu beantworten:

1. Warum ist der Thau in den niedriger liegenden und nassen Gegenden viel häufiger, und warum findet man in diesen oft dergleichen Thau, da in andern Gegenden gar keiner wahrgenommen wird? Derjenige Thau nämlich, welcher sich von der Erde erhebt, hängt von einer Ausdünstung ab, welche ihrer Feuchtigkeit proportional ist.

2. Warum im Herbste, Frühlinge und Winter der Thau viel häufiger ist, als im Sommer? In dieser letzten Jahreszeit ist nämlich das Erdreich viel trockener; überdem glaube er auch beobachtet zu haben, daß im Sommer ein viel geringerer Unterschied zwischen der Wärme der Luft am Tage und der in der Nacht sey, als in den übrigen Jahreszeiten; dieser letzte Umstand ist sowohl der Erzeugung des Thaues, der von der Luft kommt, als auch desjenigen, der sich von der Erde erhebt, entgegen.

3.

3. Warum der Thau bey stiller und heiterer Witterung so außerordentlich stark ist, wenn der Wind von Süden, oder Südost, oder Südwest wehet, und auf einen warmen Tag eine kühle Nacht folgt? Hier treten nämlich die Umstände ein, bey welchen die Luft den Tag über mit Wasser überladen und während der Nacht weit unter dem Sättigungsgrade abgekühlt wird.

4. Warum man gewöhnlich beym Nordwinde keine Art Thau beobachtet? Denn durch diesen Wind erhält sich der Wärmegrad der Luft während der Nacht weit über dem Sättigungsgrade, so daß die Luft fortfahren kann, das Wasser aufzulösen, und etwa bloß die dritte Art Thau statt findet.

5. Was für ein Wärmegrad des Tags über, und was für ein Grad der Kälte in der Nacht erfordert werde, wenn Thau fallen soll?

Die Adepten hatten die Meynung gehegt, daß man aus dem Thaue ein allgemeines Auflösungsmittel ziehen könne. Um diese Meynung näher zu prüfen, hob Musschenbroek Thauwasser in einer gläsernen Phiole 24 Jahre lang auf, und ließ es alle Winter frieren, ohne daß es seine Reinigkeit und Durchsichtigkeit verlor, oder seinen Geschmack und Geruch änderte. Bergmann versichert aber, vorsichtig gesammleter Thau komme an Farbe, Geschmack und Geruch mit dem Regenwasser überein, zeige jedoch Spuren von Kochsalz und Salpetersäure. Daher dürfe man sich nicht wundern, daß das Gold bisweilen davon angegriffen werde, ob es gleich jetzt nicht mehr glücken wollte, das im Thau gesuchte allgemeine Auflösungsmittel daraus zu erhalten.

Die

Die außerordentlich mannichfaltigen Gestalten des Schnees sind von Engelmann[f]), Nehemiah Grew, D. Langwith und Nettis[g]), Guettard[h]), Holmann[i]) und andern beschrieben und abgebildet worden. Musschenbroek[k]) theilt die merkwürdigsten derselben mit. Versuche und Gedanken von diesen verschiedenen Gestalten des Schnees hat vorzüglich Carl Wilke[l]) mitgetheilt, welche hier einiger Erwähnung verdienen. Als er einmal beschäftigt war, Versuche mit dem Gefrieren des Wassers anzustellen, und dabey die Begebenheiten zu untersuchen dachte, die sich bey sehr dünnen Wasserhäuten zeigen würden, fiel er unter andern Mitteln, so dünne Wasserhäutchen zu erhalten, auch auf die bekannte Art, Wasser zwischen geschliffene Glastafeln einzuschließen, auch Blasen von Seifenwasser zu machen, und solche der freyen Luft auszusetzen. Der erste Versuch gelang ihm so gut, daß er zwischen den Tafeln das feinste und schönste Eisgewebe zu sehen bekam, und die Seifenblasen in kurzer Zeit zu harten Eiskugeln froren. Um das Gefrieren dieser Blasen genauer zu betrachten, ließ er sie an dem Tobakspfeifenkopfe hangen, mit dem er sie aufgeblasen hatte, und brachte sie damit an das offene Fenster, da sahe er dann die ganze Blase in einem Augenblicke mit

f) Het regt gebruyk der natuur beschauwingen in een verhandeling over de sneewfiguren. Haarlem 1747.

g) Philos. Trans. n. 92. u. 376. Vol. XLIX. P. II. p. 644.

h) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1762.

i) Comment. Goetting. T. III. p. 24.

k) Introd. ad philos. natur. T. II. Tab. LXI.

l) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXIII. S. 3. der Uebers.

mit kleinen sechseckigten Sternen erfüllt, welche völlig wie die schönsten Schneegestalten aussahen, und der Blase das Ansehen einer Himmelskugel gaben, an welcher die Sterne frey an einander hin- und herschwebten. Dieser Versuch reizte seine Neugier, besonders als er am folgenden Tage fand, daß es nicht in seiner Gewalt stand, diese Gestalten, so oft er wollte, hervorzubringen. Durch verschiedene Versuche und Beobachtungen entdeckte er endlich die Umstände, welche erfordert werden, solche künstliche Schneegestalten mit Sicherheit hervorzubringen. Das Verfahren ist folgendes: in Brunnenwasser, Seewasser, oder am besten in Schneewasser, wird so viel Seife aufgelößt, als man davon mit dem Kopfe einer Tobakspfeife ausblasen kann. Diese Vermischung setzt man zugleich mit der Pfeife der Kälte aus. Fängt nun das Wasser zu gefrieren an, so ist es die beste Zeit, die Blasen zu machen und die Schneegestalten an ihnen zu sehen, man mag sie nun an der Pfeife hängen lassen, oder auf einen trocknen und kalten Körper fallen lassen.

Wilke machte hiebey folgende Beobachtungen: die Gestalten zeigten sich zuerst wie kleine Tüpfelchen, aber sie nahmen augenscheinlich zu und wurden so groß, daß mannichmal von einer einzigen die halbe Blase eingenommen ward. Sobald man ihre Bildung unterscheiden konnte, schienen es kleine Sterne zu seyn, deren Strahlen alle aus vorerwähntem ersten Tüpfelchen, als aus einem Mittelpunkte, ausgiengen. Beym Zunehmen behielten sie eben die Stellung und Richtung, obgleich diese ersten Hauptstrahlen, deren gewöhnlich sechs sind, nachgehends von beyden Seiten nur kleinere Aeste heraustrieben,

wo-

wodurch sich der ganzen Gestalt Ansehen nach und nach änderte. Sie schwammen frey und ledig für sich auf der Blase, stiegen auf und nieder, und konnten sich, wie kleine Wasserräder, schnell um ihren Mittelpunkt drehen, wenn ein Wasserbach, der von der Pfeife herabrann, sie berührte. Zwey Sterne, die einander erreichten, hiengen zusammen, und verwickelten sich in einander mit ihren äußersten feinen Spitzen, an den andern Seiten aber wuchsen sie ungehindert fort. Wenn ihrer so viel, oder sie so groß wurden, daß sie die ganze Blase einnahmen, oder einen Ring über dieselbe schlossen, so sprang die Blase in dem Augenblicke, und mannichmal, besonders bey starker Kälte, mit einem kleinen Platzen, das deutlich zu hören war. Sprang die Blase eher, als alle Gestalten sich zusammen gehängt hatten, so schwammen einige dieser kleinen Eistheilchen in der Luft wie Schnee. Sie sanken langsam nieder, und stiegen zuweilen wieder aufwärts. Wenn man diese in der Luft schwimmenden Schneegestalten auf einem trocknen und kalten Körper sammelte, besonders auf Wolle, so waren sie an den Rändern mit zarten Eisspitzen umgeben, womit sie sich vermuthlich auf der Blase an einander hiengen. Zuweilen gelang es auch, daß man auf diese Art schöne ordentliche Schneegestalten erhielt, welche den natürlichen völlig ähnlich waren; aber meistens verursachte die anhängende Feuchtigkeit, daß sie nicht vollkommen waren.

Alle diese Figuren zeigten sich auf der Blase desto zarter, je dünner die Vermischungen und je besser die Seife aufgelößt war. Sie entstanden in großer Menge, wuchsen schnell, und zersprengten die Blase. Die dünnen Mischungen, welche viel Was-

ser enthielten, zeigten selten einige Figuren, ehe das Thermometer darin bis 0 gefallen war, und Eisstrahlen sich gezeigt hatten. Etwas dicke und zähe Mischungen gaben gemeiniglich nicht so viele Figuren; da aber diese Blasen länger dauerten, so konnte man die Figuren daran besser beobachten, ob sie gleich nicht so klar waren. Sie wuchsen langsamer, kamen aber zum Vorschein, wenn die Vermischung noch 6 ja 10 Grad Wärme hatte. Die Figuren änderten ihr Ansehen nicht, die Vermischung mochte dicker oder dünner seyn; dieß erhellte deutlich, wenn die Mischung nach und nach gefror, da denn das Wasser an den Rändern zu Eis ward, und die eingemischten Theile von sich stieß, welche sich in der Mitte sammelten und mehr und mehr verdickten; demungeachtet bekamen die Figuren auf den Blasen allemal einerley Ansehen, ob ihrer gleich nicht so viel, und sie undeutlicher wurden. See- und vornehmlich Schneewasser gab die schönsten und deutlichsten Figuren; aber von Brunnenwasser wurden die Blasen unreiner, und die Figuren undeutlich. Eben dergleichen Unterschied verursachten die Gattungen der Seife. Alicantenseife und reine venedische Seife gaben in Schneewasser aufgelößt die schönsten Gestalten. Deutsche Seife gab, wenn sie rein war, mehr oder weniger deutliche Gestalten. Der Grad der Kälte machte keine Aenderung in dem Ansehen der Figuren, nur verursachte er schnelleres oder langsameres Wachsthum. Eben die Mischung hat bey 6, 10, 23 Grad Kälte immer einerley Gestalten gezeigt. In freyer Kälte, zumal wenn der Wind auf die Blase stieß, entstanden sie sehr geschwind, und wuchsen schnell. In einem verschlossenen Orte gieng es langsamer zu, und gelang nicht, wenn nicht die Kälte desto größer war.

war. Am besten war es, den Versuch am offenen Fenster anzustellen, weil man es nach Gefallen auf- und zumachen konnte. Ein kleiner aber nothwendiger Umstand war, daß man auch das Rohr, womit die Blasen gemacht wurden, kalt und ein wenig mit Eis überlaufen erhielt. Ehe die Vermischung eiskalt und ein wenig mit Eisscheiben überdeckt ist, kommen auf den Blasen allerley unordentliche Eisstrahlen und Blumen hervor, diese überziehen zuweilen die ganze Blase, daß sie wie eine harte Eiskugel aussieht. Dabey zeigt sich eine Art Figuren, welche gleichsam ins Mittel zwischen jenen und den Sternen selbst fallen. Sie sind zuweilen allein an der Blase, gewöhnlicher aber mit einigen Sternen vermengt. Mannichmal sehen diese Figuren wie kleine gerade Eisstrahlen aus, die an den Enden ein wenig gespalten sind. Meist scheinen es vierstrahlige Sterne zu seyn, deren Hauptstrahlen in unterschiedenen Winkeln zusammengesetzt sind, doch ist die gewöhnlichste Stellung so, daß zwey Vertikalwinkel 60, und die übrigen 120 Grad betragen. Die vier Hauptstrahlen sind mit kleinen Spitzen ausgeziert, welche verursachen, daß die ganze Figur einem ganzen Parallelogramm ähnlich wird. Sie nehmen alle zu, und behalten eben die Bildung, aber meistens sinken sie nach der Blase untersten Theil, wo sie gesammelt werden. Gleich nach diesen Figuren, und oft zugleich mit ihnen, entstehen die sechsstrahligen Sterne, deren aus einem Mittelpunkte ausgehende Strahlen eine vollkommen ordentliche Stellung in Winkeln von 60 Grad haben, gleich lang, und alle auf einerley Art mit kleinen Aesten geziert sind. Wenn man diese Sterne das erstemal sieht, so kann man an ihnen nichts anders, als ihre sehr deutliche sechseckige

Gestalt sehen. Zuweilen sind alle Strahlen zugleich da, zuweilen kommen erst drey oder vier, worauf sich die übrigen zeigen und neben den vorigen wachsen, die Strahlen werden nach und nach länger, und treiben an beyden Seiten kleinere Aeste, welche nach dem Maaße, wie sie dichter, schneller und feiner werden, der Figur ein anderes Ansehen geben, ob sie gleich an sich immer einerley bleibt. Manche Figuren sind so fein, daß man kaum ihre Stellung unterscheiden kann. Sie scheinen zuweilen alle parallel vom Mittelpunkte auszulaufen. Mannichmal sieht es aus, als giengen sie mit einem Hauptstrahle parallel, an andern Figuren sind sie gleichsam kreuzweis über einander gelegt, oft sind sie zwischen den Hauptästen ausgespannt, und machen sechseckige Ringe um der Figur Mittelpunkt. Diese Ungewißheit zeigt sich am meisten auf den Blasen von Brunnenwasser und von Vermischungen mit deutscher und anderer grober Seife; denn je unreiner die Seife ist, desto ungleicher werden die Figuren. Aber auf Blasen von Alicantischer Seife und Schneewasser sind die zarten Fäden so deutlich und vollkommen, daß man sich wegen ihrer Stellung nicht irren kann. Die kleinern Strahlen gehen von den größern auf beyden Seiten heraus, und machen deutlich mit ihren Hauptstrahlen Winkel von 60 Grad. Sie sind im Anfange kurz und von einander abgesondert, nach und nach aber gehen sie so nahe zusammen, daß sie ein einziges Gewebe zwischen den großen ausmachen, welches am Ende eben so undeutlich wird, als das erste. Nachdem diese zarten Fäden den ganzen Winkel zwischen den Hauptstrahlen ausgefüllt haben, so ist die Figur einem ordentlichen Sechsecke ähnlich.

Wenn nun die Figur ausgefüllt und ein Sechseck aus ihr geworden ist, so kommen weitere Veränderungen vor, von welchen aber Wilke nur einen kleinen Theil ausforschen konnte. Er hat dabey gefunden, daß die Figur insgemein einen kleinen Rand um sie macht, der mannichmal breiter, mannichmal schmäler ist, allezeit aber stärker als die kleinern Aeste. Die ersten Hauptäste wachsen zuweilen aus diesem Rande wie zuvor. Aber sehr oft zeigt sich kein solcher Rand, sondern die Hauptstrahlen bekommen am Ende zwey neue Aeste, von welchen zwey kleinere Aeste ausgehen. Die Figur bekommt auch ringsherum allerley Vermehrungen und Gestalten, die er aber nicht auf das vollkommenste hat erforschen können. Ein besonderer Umstand ist folgender, welcher beweißt, daß alle Figuren von einerley Art sind. Die Figuren auf ungleichen Theilen der Blase sind nicht alle von einerley Gestalt. An dem untersten Theile kommen eher, als die vorerwähnten vierstrahligen Figuren, sechsstrahlige Sterne, deren kleinere Strahlen kurz und ungemein deutlich sind. Nachdem sie einige Größe erreicht haben, so halten sie inne, und liegen unverändert auf der innern Fläche der Blase über dem da hangenden Wassertropfen. Die auf dem mittleren Theile hervorkommen, haben merklich kleinere Strahlen, sind aber zarter, und erleiden die vorerwähnten Veränderungen. Am obern Theile zeigen sich ganz zarte Figuren, deren kleinere Aeste fast auf keine andere Art, als durch die Refraction des Lichts zu sehen sind, ob es gleich übrigens die ordentlichsten Sechsecke sind; sie sind ziemlich klein, und wachsen da nicht merklich. Noch weiter hat er gefunden, daß die Figuren, welche mitten auf der Blase entstehen, meistens aufwärts steigen, wenn sie sehr

 sein

fein sind, sich aber niederwärts senken, wenn die kleinern Aeste deutlich und stark sind. Diese liegen inwendig, aber die obern schwimmen außen auf der Blase, welches daraus erhellt, daß die Blase da gleichsam matt, ohne Spiegelglanz ist. Die Figuren selbst sind auch, wenn die Blase bricht, matt auf der äußern, aber glänzend auf der andern Seite. Die Ursache dieser Begebenheiten kömmt zum Theil auf die specifische Leichtigkeit des Eises an, zum Theil auf die verschiedene Dicke der Blase; denn die Blase ist oben am dünnsten, unten am dicksten. Auch rührt es daher, daß diese Blasen aus verschiedenen über einander liegenden Schalen zu bestehen scheinen. Wenn man die Blase, indem sich die Figuren darauf zeigen, in wärmere Luft bringt, oder gelinde dagegen hängt, so schmelzen oder zerrinnen die Figuren, entstehen aber von neuem, wenn die Blase hinlänglich kalt wird. Dieses Schmelzen fängt an den äußersten Rändern an, und man kann auf diese Art die Gestalt der Figuren ändern, wenn man den Rand wechselsweise aufthauen und wieder frieren läßt.

Aus diesen Erfahrungen zieht Wilke folgende Schlüsse:

1. Daß die Figuren auf Seifenblasen alle von einer Art sind, und wenn sich Unterschiede unter ihnen finden, sie theils von Unvollkommenheiten in den Beobachtungen und Mischungen, welche sie mehr oder weniger deutlich machen, theils daher rühren, daß die Figuren nicht einerley Wachsthum und Vollkommenheit erreicht haben.

2. Die Hauptursache der Figuren komme darauf an, daß die Wassertheile in einer gewissen Stellung gefrieren; die eingemengten Salze, Oele, Kalk u. d.

u. d. gl. scheinen nur so viel hiebey zu thun, daß sie, mit dem Wasser vermischt, seine Theile von einander absondern. In vorerwähnten Mischungen sind wohl keine andere, als kalische Salze und etwas Mittelsalz, welches im Wasser hat seyn können, aber sie sind von verschiedener Gattung und Feinheit. Wie gemeine Asche, Potasche, Sodasalz, Weinsteinsalz u. s. w. mit Oelen und Fettigkeiten von verschiedenen Arten aus Thieren und Pflanzen vermengt keine andere Veränderungen verursachen, als diejenigen, welche auf einer und derselben Blase zuweilen zugleich entstehen, und besonders keine Aenderung in der Zusammensetzung der größten und kleinsten Aeste zu spüren ist, so scheinen sie auch nichts weiter, als auf die angezeigte Art, zu den Figuren beyzutragen.

3. Daß diese Schneefiguren, weil sie den natürlichen so sehr ähnlich sind, die Natur und Abänderungen der letztern erläutern können; denn es sey wahrscheinlich, daß sich in diesen Mischungen dasjenige befindet, was die Schneefiguren bilden kann, es mag nun bey genauerer Untersuchung, was da will, gefunden werden.

Hiernächst theilt Wilke Bemerkungen über die natürlichen Schneefiguren mit. Seinen Beobachtungen zu Folge hat er in Schweden vorzüglich folgende Schneegattungen wahrgenommen.

I. Einzelner Schnee, oder harte Eisrinde, die aus zarten Spitzen oder Nadeln besteht. Diese Art Schnee findet sich bey allen Schriftstellern; in Schweden ist sie aber nicht so sehr gemein, und findet sich daselbst meistens im Herbste und Frühjahre. Die zarten Spitzen sind mannichmal durchsichtig, mannichmal weißlicht und meist an den Enden spitzig.

Sie fallen frey, jede für sich allein, mannichmal aber in großen Klumpen gesammelt, selten in großer Menge, auch sind sie nicht oft mit andern Figuren vermengt, und nach ihnen folgen oft einige heitere Tage und Stunden.

II. Einzelner körnichter Schnee. Ist nichts anders als zarte weißlichte Hagelkörner. Sie müssen aber nicht mit einer andern Gattung verwechselt werden, die ihnen sehr ähnlich ist, und aus abgebrochenen Stücken anderer Schneegestalten besteht. Man findet sie unter anderm Schnee; denn Stücke von andern Figuren können nicht eine besondere Art Schnee genannt werden.

III. Einzelner cylindrischer Schnee, fällt selten, befindet sich unter anderm Schnee, fiel aber fast den ganzen Vormittag am 10. Dec. 1760 allein. Diese kleinen Eiscylinder sind von den Eisnadeln darin verschieden, daß sie gewöhnlich etwas spitzig und an beyden Enden wie platt abgeschnitten sind, oder eine kleine Grundfläche haben, auf welcher sie aufgerichtet stehen können; bey genauerer Beobachtung hat Wilke gefunden, daß diese Grundfläche ein ordentliches Sechseck war. Sie sind durchsichtig, und haben meistens der länge nach laufende weißlichte Adern oder Luftblasen.

IV. Zusammengesetzter Schnee mit Strahlen, die vom Mittelpunkte auslaufen, welche zuweilen alle in einer Ebene liegen, zuweilen in andern Stellungen zusammengesetzt sind; die ersten finden sich bey allen Schriftstellern abgezeichnet. Von einigen werden sie nach der Anzahl der Strahlen eingetheilt; als Wilke aber unter Millionen sechsstrahliger Gestalten nicht über 4 oder 5 gefunden hatte, die mehr oder

oder weniger als sechs Strahlen hatten, so ward er dadurch veranlaßt, dieses für Abänderungen der sechsstrahligen Sterne zu halten, welche er nach ihren kleinern Strahlen und ihrer Bildung folgender Maaßen abtheilt: 1. mit zarten kleinen Fäden, deren größere und kleinere Aeste gerade und zart sind, 2. blattartige, deren Hauptstrahlen selbst wie allerley Knospen und Blätter aussehen, oder mit dergleichen geziert sind; 3. eisartige Sechsecke, mit und ohne Ränder; 4. Figuren, welche mit einer oder mehr dieser Gattungen eine Aehnlichkeit haben. Die Figuren, deren Strahlen nicht alle in einer Ebene liegen, ob sie gleich aus einem Mittelpunkte gehen, sind in Schweden, wenn es stark geschneet hat, eben so gewöhnlich, als die ersten, und zuweilen hat man dergleichen allein. Selten findet man sie recht vollkommen, gemeiniglich ist Ein Strahl oder etliche abgebrochen. Es scheint auch, als lägen allezeit, wenigstens recht oft, sechs Strahlen in einer Ebene, worauf die übrigen aus dem Mittelpunkte aufgestellt wären. Er hat einmal eine sehr schöne und ordentliche Figur von dieser Gattung gefunden, welche außer den erwähnten sechs Strahlen auf beyden Seiten drey hatte, die ungefähr in Winkeln von 60 Grad ausstanden. Ueberhaupt erinnert er, daß man sowohl diese, als andere Figuren, selten so schön und vollkommen findet, wie sie bey den Schriftstellern abgebildet werden. Unter tausenden muß man nach einer suchen, die in allen Theilen vollkommen ist; denn an allen Aesten ist eine kleine Veränderung, wenigstens hat es sich bey den meisten so verhalten, die Wilke gesehen hat, zumal in den eisartigen Sechsecken und Blattgestalten, welche bewundernswürdig ordentlich sind.

V. Zusammengesetzter Schnee; dieser entsteht, wenn einige einzelne Gattungen zusammengesetzt werden. Deutliche Gattungen davon, die Wilke beobachtet hat, sind folgende: 1. zusammengesetzte Eisnadeln, welche sich mit ihren dünnen Enden ohne Ordnung und regelmäßige Stellung zwey und mehrere züsammensetzen; 2. zusammengesetzte Cylinder und Sechsecke, sind vielleicht einerley Gattung mit dem cylindrischen Schnee selbst, da ihre Grundflächen deutliche Schneefiguren sind, oder sie lassen sich als zwey vermittelst eines kleinen Eiscylinders an ihren Mittelpunkten zusammengesetzte Sechsecke ansehen. Wilke hat nur zweyerley solchergestalt zusammengesetzte Figuren gefunden, nämlich Sechsecke, und blätterige Figuren; so oft er solche gesehen hat, sind beyde Figuren allemal von der Art gewesen, aber zuweilen von verschiedener Größe. Diese Figuren sind zuweilen so klein und zart, daß man sie kaum sieht, man findet sie aber leicht, wenn der Cylinder auf eine ebene Fläche fällt, da denn die Figuren machen, daß er ein wenig darüber erhoben liegt. Zuweilen sind diese Cylinder so klein und kurz, daß man sie kaum merkt, da denn auch die Figuren auf einander zu liegen scheinen; 4. freye Hagelkörner mit dünnen Strahlen oder einer feinen Wolle umgeben, das Korn ist mannichmal groß, und die Strahlen sind lang, meistens aber sind sie sehr klein und zart. Alle diese Arten finden sich meistens unter anderm Schnee, zumal in den zusammengesetzten Nadeln, welche er allein gefunden hat, mit freyen Spitzen und andern Figuren vermengt.

VI. Reifschnee, ist sehr gewöhnlich. Er entsteht aus allen vorerwähnten Schneearten, wenn solche

che mit wässerigen Dünsten wie mit Reif überzogen werden, wodurch sie dick und undeutlich werden. Allen einzelnen Schnee hat Wilke so überzogen gesehen. Die Sechsecke sind auch oft überzogen, und selten ohne diesen Zierath. Der Reif sitzt zuweilen nur um die äußersten Spitzen, aber meistens ist die ganze Figur damit umgeben, davon sie denn dick und undeutlich wird. Diese fest gefrornen Dünste hängen sich zuweilen nur an eine Seite der Figur, wie ein röhrichtes Eis, an, und haben viel Streifen und Adern, daher die Figur eine kegelförmige oder cylindrische Gestalt bekommt. Das Sechseck zeigt sich auch deutlich an dem einen Ende ganz vollkommen und rein. Dieser Schnee fällt selten in Menge, bisweilen allein, aber meist unter anderm Schnee, und da beschließt er das Schneyen und ist etwas kalt.

In der Fortsetzung der Untersuchung von den Schneegestalten [m]) untersucht Wilke zuvörderst, wie die Schneegestalten entstehen. Es ist unläugbar, sagt er, daß sie aus Wasserdünsten, die in der Luft schweben, entstehen. Die Wolke sey durch und durch nichts weiter, als eine Vermischung von Luft und Wasser, und habe eine Aehnlichkeit mit den Seifenmischungen, in welchen das Wasser mit andern Dingen, als: Salze, Oele, Kalk, u. s. f. vermengt ist. In der Wolke sey zwar nichts weiter als Luft bey dem Wasser, in den Seifenmischungen aber seyen mehrere Dinge darunter gemischt, jedoch ließen sie sich beyde wie Auflösungsmittel betrachten, in welchen die Wassertheilchen schwebten, aufgelößt wären, von eine

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissens. B. XXIII. S. 89. der Uebers.

einander abgesondert und gehindert würden, einander so nahe und in so großer Menge zu berühren, wie im reinen Wasser geschähe. Die Theile des reinen Wassers nämlich widerständen nach bekannten Versuchen unüberwindlich aller Zusammenpressung, und schienen unmittelbar an einander zu liegen. Das erste Nachdenken führe uns auf die Vermuthung, das Wasser möge wohl in der Luft ungefähr eben so gefrieren, wie in solchen Mischungen, und die Versuche mit den Seifenblasen zeigten uns, diese Aehnlichkeit sey größer, als man sich anfangs vorstellen sollte.

Wenn das Wasser zu Eis friere, so fange es nicht, wie verschiedene andere flüssige Materien, zuerst an, dick zu werden und zu gerinnen, sondern es verwandle sich plötzlich aus einem flüssigen Wesen in ein festes. Diese Veränderung fange an der äußern Oberfläche an, und gehe hineinwärts, nicht so, daß sich eine gleich dicke Schale etwa über und über bilde, sondern von gewissen Stellen schössen gleiche Strahlen aus, die oft plötzlich sichtbar würden, wüchsen, kleinere Aeste trieben, sich vermehrten, und die ganze Masse des Wassers auf allen Seiten mit einem Netze oder Gewebe bedeckten, das endlich durchgehends ausgefüllt und zu einer dichten Rinde werde. Betrachte man jeden Eisstrahl für sich, so lasse sich sein Wachsthum, nachdem er einmal sichtbar geworden sey, mit Augen sehen, daher es auch sehr wahrscheinlich werde, daß er vom ersten Anfange an solchergestalt gewachsen, und daß sein erster Anfang ein Punkt sey, von welchem die Eisstrahlen auslaufen. Dieses zeige sich ebenfalls und wohl noch deutlicher auf den Seifenblasen, wo die Schneefiguren ebenfalls

von

von einem kleinen Punkte zu wachsen anfangen, und von da aus ihre Strahlen über die Blase verbreiten. Fange also unter allen diesen Umständen das Gefrieren von einem einzigen Punkte an, und breiteten sich die Eisstrahlen von demselben aus, so sey zu vermuthen und so gut als ausgemacht, daß es sich mit den Wasserdünsten in der Luft eben so verhalte, wenn sie zu Schneegestalten gefrieren. Die Wolken fangen an, in verschiedenen Punkten hier und da zu gefrieren. Von diesem ersten Mittelpunkte breiten sich Strahlen nach allen Seiten ringsherum aus, wachsen, und machen mehrere kleinere Strahlen, indem andere Wasserdünste daran gefrieren. Die Aehnlichkeit mit dem angeführten Versuche mache es glaublich, daß alle Strahlen geradlinicht seyen, und die herauskommenden Figuren aus lauter geraden Eisfäden bestehen, wie die, die in reinem Wasser und in den künstlichen Schneegestalten gefunden werden, und daß diese Bildung in sehr kurzer Zeit vor sich gehe und fast nur einen Augenblick erfordere.

Dieser Gedanke von der Art, wie die Schneegestalten in der Luft entstehen, sey der Natur so wenig entgegen, daß ihn vielmehr Versuche bestätigten, die alle Aufmerksamkeit verdienten. Aber es sey schwer auszumachen, ob die Schneegestalten, wenn sie aus den Wolken kommen, gleich an dieser Stelle ihre vollkommene Bildung und Größe haben, oder ob sie beym Niederfallen noch mehr Aeste und Wachsthum annehmen. Wilke ist geneigt, zu glauben, daß das erste statt findet, ob er gleich das letzte nicht gänzlich ausschließen will, so lange die Figuren in ihrer Wolke in der Vermischung fallen, wo sie entstanden sind. Ehe sie aber heraus kommen,

müsse

müsse wohl ihr Wachsthum vollendet seyn, wenigstens so weit sie ordentlich sind. Denn es könnten wohl die Wasserdünste in einer kalten und stillen Luft mehr Kälte annehmen, als zum Gefrieren erfordert werde, ohne wirklich zu gefrieren, plötzlich aber in Schneefiguren zusammenschießen, wenn die Luft, welche sie trage, von einem anstoßenden Winde, oder von andern Ursachen, welche sie zusammendrucken oder ausdehnen, plötzlich erschüttert würde. Diese seine Meynung bestätigte sich noch dadurch, daß die Schneegestalten während ihres Falles gewisse Veränderungen erleiden, die sich deutlich unter dem Falle ereignet haben, und zeigen, daß sich die Dünste bey einer schon fertigen Schneegestalt auf eine unordentliche Art anhängen. Sie sind auf allen Seiten voll kleiner Eisspitzen, die sich ohne Ordnung an allen Seiten ansetzen; so werden sie mit Dünsten wie mit einem Reife überzogen, und bekommen allerley kleine Eisgestalten, die alle hinzu gekommen sind, nachdem die Figur schon vollendet war; denn sie scheint zuweilen mitten unter allen diesen Gestalten ihre ordentliche Bildung zu haben, und muß daher zuvor fertig gewesen seyn. Es kann indessen der Wolke oberer Theil gefrieren, ohne daß der untere zu Schnee wird, und da können die herabfallenden Figuren noch darin wachsen. Auf den hohen Bergen in Peru schneet es, wenn tiefer hinunter Regen fällt, und dieses ist allen Bergen gemein, deren Spitzen über die Schneegränze hinaus gehen.

Hiernächst führt Wilke etwas von den Ursachen an, woher die ordentliche Bildung des Schnees rühre, und warum er die so gewöhnliche ebene Gestalt zeige, die man größtentheils an selbigem trifft. Er

Er bemerkt zwar, daß er diese Frage so wenig auf=
lösen könne, als jemand anders, allein das hindere
doch nicht, etwas davon anzuführen. Untersucht man,
sagt er, die Wirkungen der Natur beym Gefrieren
des Wassers mit Aufmerksamkeit, so findet man 1.
daß das Wasser und alle Dünste in kleinen Strah=
len und gleichen Fäden gefrieren; 2. daß sich diese
zarte Fäden allemal nach gewissen Winkeln und Stel=
lungen an einander setzen. Wer mit den Wirkungen
der Natur nur ein wenig bekannt ist, der ist über=
zeugt, daß sie bey unzähligen Abänderungen doch ge=
meiniglich ein gewisses einziges, allgemeines und be=
ständiges Gesetz beobachtet, welches oft so verwickelt ist,
daß man es nur mit Mühe erforschen kann; aber wenn
es einmal am Tage liegt, so zeigt es eine schöne Ein=
fachheit in seiner weit erstreckten Wirkung. Sollte
die Natur nur bey den Eisstrahlen nicht so regelmä=
ßig seyn? Vermuthlich eben so sehr! Und es befindet
sich hier ein beständiger Winkel, oder eine Stellung,
nach welcher die Eisfäden, oder eigentlicher zu reden,
die Wassertheile, die in zarte Fäden gefrieren, sich zu=
sammensetzen. Das Wasser hat bey dieser seiner
Anschießung in Krystallen eben so ordentliche und re=
gelmäßige Stellungen, wie alle Salze u. d. gl., wel=
che gewisse Gestalten annehmen, wenn sie sich in grö=
ßere Haufen sammlen. Dieses Gesetz des Gefrierens
zu erforschen, ist die Sache fleißiger Beobachtungen.
Dadurch hat man gelernt, daß sich die Eisfäden in
Winkeln von 60 Grad an einander setzen, daß es
aber auch in Winkeln von 30 und 120 Graden ge=
schieht.

Die Ursache von der flachen Bildung der sechs=
strahligen Sterne sey eine Aufgabe, die man lieber
still=

stillschweigend übergehen, als mit blossen Muthmaßungen aufzulösen bemüht seyn sollte. Seine Seifenblasen würden eine brauchbare Erfindung für diejenigen seyn, die alle Wasserdünste für Bläschen hielten, allein das sey nicht bewiesen. Er glaube, es sey darin eine mehr verborgene Mechanik zu finden, ob wir gleich noch auf keine Versuche gekommen wären, welche diese Erscheinung deutlich erklärten. Wilke glaubte aus verschiedenen Beobachtungen hiebey das Gesetz folgern zu können, daß Wasser, welches in seine Zwischenräume mehr Luft genommen habe, als es natürlicher Weise enthalte, oder dessen Theile mehr von einander gesondert sind, gern zu platten Scheiben gefriert. Die Wasserdünste in der Luft befinden sich in denselben Umständen. Hieraus sucht Wilke die Verschiedenheit der Schneegestalten zu erklären:

1. Das Gesetz des Gefrierens, und die größere oder geringere Menge der Wasserdünste, sind die erste Ursache, warum die Schneetheilchen so mannichfaltige Gestalten haben. Das Wasser nämlich und die wässerigten Dünste, wenn sie sich in Eis verwandeln, bilden allezeit gleich zarte Fäden oder Strahlen, welche sich vom ersten Anfange an in Winkeln von 60 und 120 Graden zusammensetzen, oder aus einem Punkte in solchen Stellungen ausschießen. Sollen nun nach dieser Regel Strahlen von einem Punkte ausgehen, so können sie in einer einzigen ebenen Fläche, oder wie Halbmesser einer Kugel liegen. Im ersten Falle sind folgende Figuren möglich: sechsstrahlige, deren sechs Strahlen Winkel von 60 Graden einschließen; dreystrahlige, welche Spitzen in 120 Grade gegen einander geneigt haben, und vierstrahlige,

wo

wo zwey Scheitelwinkel 120 und zwey 60 Grad betragen. Von diesen drey Gattungen hat Wilke Beyspiele sowohl auf Seifenblasen, als beym natürlichen Schnee, gefunden, doch mit dem Unterschiede, daß eine gemeiner als die andere ist. Die sechsstrahligen hält er für die einzigen vollkommenen.

Daß die größere oder geringere Menge der Wasserdünste etwas zur Verschiedenheit der Schneefiguren beytragen könne, werde niemand bezweifeln. Von diesen ersten Ursachen rühren folgende Schneearten her. Wenn zarte und dünne Dünste gefrieren, so entstehen daraus kleine zarte Nadeln oder harte Eisspitzen, oder feine Körner, die sich in einen körnigten lockern Schnee zusammenhängen. Ist die Wolke wasserreicher, so können größere Figuren entstehen, welche theils platt sind, theils mehr Strahlen aus einem Mittelpunkte haben. Alle diese Figuren haben das Merkmal, daß ihre Strahlen gleich, und sehr fein sind. Es sind auch die größten unter allen, und sie haben zuweilen drey bis vier Linien im Durchmesser. Sie fallen nur bey kalter und trockener Luft, und sind die, aus welchen vermuthlich alle übrigen entstehen. Wenn ein starker Schneesturm kömmt, so zeigen sie sich nicht eben gleich im Anfange, sondern nachdem es eine Zeitlang geschneyet hat, aber zuweilen fallen sie auch allein, wie am 12. Februar 1761, wo sie so groß und fein waren, als Wilke sie nie zuvor gesehen hatte. Sie sind den Figuren auf den Seifenblasen so vollkommen ähnlich, daß zwischen ihnen gar kein Unterschied wahrzunehmen ist. Alle diese Umstände bestätigten Wilken's Vermuthung, daß dieses die erste Gestalt ist, welche die Schneefiguren bekommen, wenn sie aus den Wolken fallen.

2. Das Schmelzen und Gefrieren der Schneefiguren während ihres Falles ist die zweyte Ursache ihrer Verschiedenheit. Fallen nämlich die gebildeten Schneetheilchen durch eine Luft, welche zuweilen warm ist und sie schmelzt, zuweilen kalt ist und die halbgeschmolzenen wieder in Eis verwandelt, zuweilen ungefrorne Wasserdünste enthält, die sich daran hängen, auch mit andern Sachen, Salzen u. d. gl. welche außerdem Veränderungen verursachen, vermengt ist, so läßt sich leicht voraussehen, daß sich die ersten und wahren Schneefiguren selten unverändert zeigen werden und die Mannichfaltigkeit so groß seyn muß, so vielfach diese Ursachen, der Menge, der Stärke und Verbindung nach, seyn können, solche verschiedene Veränderungen hervorzubringen.

3. Das Anfrieren neuer Wasserdünste und selbst das Zusammenfrieren der Figuren ist die dritte Ursache, von welcher neue Gestalten entstehen. Denn es ist möglich, daß in derselben Wolke, in welcher Schneefiguren entstehen, noch viel Wasserdünste ungefroren bleiben, und sich nachgehends an die Figuren hängen. Auch können die Figuren bey ihrem Fallen an solche Dünste treffen, welche dann erst an die Figur anschießen, wenn sie hindurch geht. Auch zeigt sich das Zusammenfrieren der Figuren in der Zusammensetzung der feinen Eisnadeln. Denn trockenes Eis befestiget sich nicht an anderes trockenes Eis; hat aber das Eis eine wässerige Oberfläche, so können die Eisstücke und Strahlen zusammenfrieren. Hieraus läßt sich die Meynung derjenigen widerlegen, welche glauben, alle Schneegestalten entstünden aus diesen gleichen Eisfäden, wenn sie kreuzweis über einander fielen, und an einander gefrören. Wilke glaubt,

glaubt, daß zwölfstrahlige Sterne, achtzehnstrahlige oder achtstrahlige, wenn man dergleichen finde, daher entstehen, daß andere Figuren zusammenfrieren.

4. Auch das Ausdünsten der Schneefiguren kann eine Ursache seyn, neue Veränderungen in ihrer Gestalt hervorzubringen. Denn Schnee ist nur ein feineres Eis, und wird daher eben so gut durch die Ausdünstung verzehrt, so daß er zuweilen innerhalb einiger Tage allein aus dieser Ursache verschwindet. Aus dieser Ursache verzehren sich die Schneefiguren dergestalt, daß man in einem Schnee, der nur einen oder zwey Tage gelegen hat, selten einige ordentliche Gestalten antrifft. Da nun die Luft hiebey als ein Auflösungsmittel wirke, so sey unläugbar, daß diese Veränderung, wenigstens in einem geringern Grade, in den Schneefiguren vorgehen müsse, die aus hohen Wolken herabfielen. Ihre zarten Fäden könnten von der Kälte dergestalt geschwächt und gleichsam durch eine trockene Schmelzung aufgelößt werden, daß sie aus einander fielen, und ihre erste Gestalt verlöhren.

5. Außer diesen angeführten Ursachen, von welchen die Mannichfaltigkeit der Schneefiguren herrührt, hat Wilke nachher [u]) noch den ungleichen Grad der Kälte, welchen die Wasserdünste zuvor in der Luft angenommen haben, angegeben. Daher fallen an ein und demselben Orte zu verschiedenen Zeiten so unähnliche Gestalten; aber in jedem einzelnen Schneeschauer sind sie ähnlich, außer daß sie sich, wenn er eine

u) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXI. S. 104. f. der Uebers.

eine Zeitlang dauert, nach und nach ändern. Ferner bemerkt er, daß die kleinsten Figuren nicht allezeit Ueberbleibsel, sondern wirkliche Anfänge größerer und vollkommener Figuren sind. Was die kleinen runden Scheibchen insbesondere betrifft, so finden sich solcher vermuthlich oft eine große Menge in der Luft, weil dieses Eis nur Eiskälte zu seiner Bildung erfordert, die bey großen Bildungen theils allemal vorhanden ist, theils folgt. Aber außerdem zeigen beym natürlichen Schnee nicht nur alle größere Sterne in ihrem Mittelpunkte Merkmale dieses ihres ersten Ursprungs, sondern man findet auch oft solche Scheibchen, sowohl einzeln, als in größern Figuren zusammengesetzt, aus der Luft fallend. Ließen sich nicht, fragt er noch, aus diesen auf einer Seite rundlichen Eisscheibchen, welche in einer stillen Luft wie im Wasser eine wagrechte Stellung annehmen, und das Licht sowohl brechen als zurückwerfen, gewisse Lufterscheinungen erklären? z. B. die vertikal von der Sonne ausgehenden nicht ungewöhnlichen Säulen u. d. m.

Wilke sucht hieraus folgende beym natürlichen Schnee vorfallende Umstände zu erklären: warum viel Schnee oft mit Wind und Sturm kommt? Weil die kalte anstoßende Luft die Ursache dieser Bildung ist. Warum die Kälte oft nachläßt, wenn es schneet? Das Schneen erwärmt die Luft, wie das Ansetzen des Eises das Wasser. Warum die Kälte nach Schnee oft größer wird? Die kalte Luft, welche den Schnee verursachte, fängt nun an für sich allein zu herrschen u. d. m.

Ein anderes fürchterliches wässeriges Meteor sind die sogenannten Wasserhosen, Wassersäulen, Wettersäulen, Seehosen, Wassertrompeten. Man versteht

steht hierunter diejenige Erscheinung, bey welcher sich eine stärkere oder schwächere Wassersäule in Form eines umgekehrten Kegels oder Sprachrohrs mit Geräusch von einer Wolke herab gegen das Meer erstreckt, bisweilen auch umgekehrt eine aus dem Meere emporsteigt, von einem Orte zum andern fortruckt, sich in einem Wirbel dreht, und auf den Schiffen, oder, wenn sie das Meer verläßt, auf dem festen Lande große Verwüstungen anrichtet. Auch auf dem Lande entstehen zuweilen, wiewohl seltener, dergleichen Wettersäulen oder Wetterwirbel, wobey sich entweder die herabgestreckte Wolke oder die erhobene Säule von Staub, Sand und Erde mit schnellen Wirbeln fortbewegt, und Häuser, Bäume, nebst allem, was sie sonst auf ihrem Wege antrifft, mit sich fortreißt und zerstört. Eine Beschreibung dieses Meteors findet sich schon in den ältern Zeiten; neuere sehr merkwürdige in Dampier's Reisen [o]), und in den philosophischen Transactionen [p]), aus welchen sie bey Musschenbroek [q]) und Bergmann [r]) genommen sind; ferner in den Abhandlungen der Pariser und schwedischen Akademie der Wissenschaften [s]), und aus

o) Voyage round the world in der Collect. of Voyages. Lond. 1729. 8. Vol. I. p. 452. Vol. III. p. 182.

p) Vol. XXII. num. 270. p. 805. Vol XXIII. num. 277. p. 1077. Vol. XXVIII. num. 428. p. 78. Vol. XLVI. n. 493. p. 248. Vol. LXVII. p. 477.

q) Introduct. ad philos. natur. T. II. Tab. LX.

r) Physikal. Beschreibung der Erdkugel a. d. Schwedischen. Greifsw. 1780. 8. Th. II. Taf. I. fig. 3.

s) Hist. de l'Acad. des sc. 1727. p. 4. 1741. p. 20. 1764. p. 32. Schwed. Abhandl. B. II. 1750. S. 285.

aus diesen zusammengetragen bey Franklin [t]). Von Wetterwirbeln auf dem Lande finden sich ähnliche Beschreibungen in den philosophischen Transactionen und den Pariser Memoiren [u]), auch von Dryshout [x]) und Boscowich [y]).

Die Wassersäule hat oft mehrere Toisen, bisweilen über 50, im Durchmesser, und breitet sich oben gegen die Wolke trichterförmig aus. Wenn sie aus dichtem Wasser besteht, so ist sie durchsichtig; meistentheils aber inwendig hohl, und von außen mit einer Menge zertheilter Tropfen umgeben, die rings um sie einen Regen verbreiten, durch den ihr Ansehen trübe und dunkel wird. Das Meer scheint unter ihr aufzuwallen und einen Rauch von sich zu geben, welcher nach der Säule zu in die Höhe steigt. Ihre Stellung ist bisweilen lothrecht, bisweilen schief oder krummlinigt. Ihre Dauer ist sehr verschieden; oft verschwindet auch eine, und es kommen sofort an eben demselben Orte andere wieder. Beccaria führt auch an, daß sich die Wasserhosen zerstreueten, wenn man scharfe Messer oder Degenklingen daran brächte.

Musschenbroek erklärt die Wasserhosen so, wie die Wetterwirbel auf dem Lande, aus dem Zusammentreffen zweyer entgegengesetzter Winde, welche eine

t) Exper. and observat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 231. sqq.

u) Philos. Trans. Vol. XXIII. n. 281. p. 1248. n. 284. p. 1331. Vol. XXX. n. 363. p. 1097. Histoir. de l'Acad. des scienc. de Paris. 1725. 1727. 1758.

x) Haarlemer Verhandlingen. III. Deel. p. 321.

y) Beschreibung eines merkwürd. Wetterwirbels in Rom, im Hamb. Magaz. B. X. S. 523.

eine Wolke zwischen sich comprimiren, einen Theil derselben zu Wasser verdichten, und dieses schnell im Wirbel umtreiben. Fast dieselbe Erklärung giebt Andoque [z]), nur nimmt dieser nicht entgegengesetzte, sondern parallele Winde an, welche eine Wolke zwischen sich fassen.

Beccaria [a]) aber suchte diese Erscheinung mit vieler Wahrscheinlichkeit von der Elektricität herzuleiten. Er bemerkt, daß sich die Wasserhosen gemeiniglich in Monaten ereignen, wo sich Gewitter einzufinden pflegen; wie denn auch gemeiniglich Blitz, Regen oder Hagel vor denselben vorher zu gehen, damit begleitet zu seyn, oder darauf zu folgen pflegen. Bisweilen habe man weißliche oder gelbliche Flammen mit einer ungemeinen Geschwindigkeit dabey umherfahren gesehen. Endlich sey die Art, wie sie sich endigten, demjenigen vollkommen gleich, was etwa von der Verlängerung einer elektrisch gewordenen Wolke nach der See zu erwartet werden könne, indem das Wasser und die Wolke einander wechselseitig anziehen; denn sie ziehen sich plötzlich zusammen, und zerstreuen sich fast auf einmal; die Wolke steigt in die Höhe, und das Wasser unter derselben fällt wieder in eine gerade Linie mit der See. Die Aehnlichkeit zwischen den Erscheinungen der Wassersäulen und der Elektricität könne dadurch sichtbar gemacht werden, wenn man einen Wassertropfen an einen mit dem ersten Leiter communicirenden Drath hänge, und ein Gefäß mit Wasser darunter stelle. Unter diesen Umstän-

z) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1727.

a) Elettricismo artific. e natur. p. 213.

Umständen nehme der Tropfen alle verschiedene Erscheinungen einer Wassersäule, sowohl bey ihrem Entstehen als auch in Ansehung der Form und des Verschwindens, an. Es fehle dabey nichts, als der Rauch, welcher vielleicht eine große Stärke der Elektricität erfordere, wenn er sichtbar seyn soll.

Auch Wilke [b]) sieht die Wassersäule als eine Art vom großen elektrischen Kegel an, der zwischen der stark elektrisch gewordenen Wolke und der See oder dem Erdboden entsteht. Er sucht diese seine Meynung durch folgende Erscheinung, die ihm vorgekommen ist, zu bestätigen. Am 20ten Jul. 1758 beobachtete er, daß eine sehr große Menge Staub von der Erde in die Höhe stieg, und ein Feld nebst einem Theile der Stadt, wo er sich damals befand, bedeckte. Zu derselben Zeit wehete nicht der geringste Wind, und der Staub bewegte sich sanft nach Osten, wo eine große schwarze Wolke zum Vorschein kam, welche, da sie sich seinem Scheitelpunkte näherte, seine Geräthschaft positiv elektrisch machte, und zwar in einem so starken Grade, als je durch natürliche Elektricität geschehen war. Diese Wolke gieng über seinen Scheitelpunkt hinweg, und zog sich allmählig nach Westen; der Staub folgte ihr alsdenn, und stieg immer höher und höher, bis er endlich eine dicke Säule in Gestalt eines Zuckerhuts darstellte, und zuletzt die Wolke zu berühren schien. Nicht weit davon kam eine andere große Wolke nebst einem langen Strome von kleinern Wolken herbey, welche sich schneller als die vorhergehende bewegten. Diese Wolken machten seine Geräthschaft negativ elektrisch,

b) Anmerk. über D. Franklin's Briefe. p. 348.

trisch, und als dieselben der positiven Wolke nahe kamen, fuhr ein Strahl durch die Staubwolke, durch die positive und negative Wolke, und, so viel sich wahrnehmen ließ, auch durch den ganzen Zug der kleinern negativen Wolken hindurch. Hiernächst verbreiteten sich die negativen Wolken, und löseten sich in Regen auf.

Sechstes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen solcher Erscheinungen, welche von den von selbst erfolgenden Mischungsveränderungen organischer Körper abhangen.

Die so wichtige Naturoperation, die Gährung der organischen Körper, ist lange Zeit nach Stahls Untersuchungen hierüber keiner weitern Nachforschung unterworfen worden. Stahls Nachfolger, Neumann, Junker und andere, welche seine Lehrsätze angenommen hatten, waren in dieselben Irrthümer, als Stahl, gefallen. Nur einige Bemerkungen und Versuche haben einige Physiker und Chemiker über diesen Gegenstand gemacht, ohne daß sie im Stande waren, richtige Begriffe von der Gährung überhaupt und ihrer verschiedenen Arten zu geben, geschweige denn eine richtige Theorie festzusetzen.

Hales [c]) glaubt, daß, wenn man die Gährung in dem zu seiner Zeit gewöhnlichen Sinne nehme, man nicht sagen könne, die Flüssigkeiten der Thiere

c) Vegit. Statiks.

re und Pflanzen wären in ihrem gesunden Zustande in Gährung begriffen; wenn man aber unter Gährung alle mögliche Grade der innern Bewegung der flüssigen Materien verstehe, so müsse man auch zugeben, daß sie in dem gesundesten Zustande der thierischen und vegetabilischen Körper statt finde, weil ihre Flüssigkeiten sowohl schwefelichte als elastische Theile in großer Menge besäßen. Wollte man nicht zugeben, daß die Pflanzen und Thiere bey ihrem Leben keinem Gährungsprocesse unterworfen wären, so könne man mit demselben Rechte schließen, daß sie gar keine Wärme besäßen.

Was die Fäulniß betrifft, so hatte schon der berühmte Kanzler Bacon angerathen, sie einer nähern Prüfung zu unterwerfen, weil sie die einzige Operation sey, die verborgensten Geheimnisse der Natur zu entdecken. Diese Bemerkung hatte dem D. Pringle[d]) Veranlassung gegeben, besonders da er Gelegenheit fand, faulende Krankheiten in großer Anzahl zu behandeln, sieben Abhandlungen über die septischen und antiseptischen Mittel in der Gesellschaft der Londner Akademie abzulesen. In der ersten Abhandlung zeigt er, daß die faulenden Substanzen nicht alkalinisch betrachtet werden müssen; die alkalischen Salze beförderten keinesweges die Fäulniß, und es gebe auch sehr wirksame antiseptische Mittel, bey welchen man keine Spur eines Alkali wahrnehme. Man finde sehr leicht, daß der seröse Theil des in Fäulniß übergegangenen menschlichen Bluts beynahe gar

d) Some experim. on substances resisting putrefaction in den Philos. Trans. n. 495. 496. Einige Versuche mit Materien, welche der Fäulniß widerstehen, von Pringle; in Hamb. Magaz. B. X. S. 300. f.

gar keine Spur eines Alkali zeige; denn der Veil-chensyrup werde davon weder grün, noch brause es mit dem Vitriolspiritus. Man glaube gemeiniglich, daß die thierischen Substanzen, welche nach der Fäulniß einer Destillation unterworfen würden, sogleich eine große Menge flüchtiges Salz gäben; allein dieß finde nur beym Urin statt; und der seröse Theil des verdorbenen menschlichen Bluts gebe in der Destillation keinen alkalischen Liquor, oder einen solchen, welcher mit einer Säure brause, wie schon Boyle wahrgenommen habe. Der Urin hingegen, welcher eine so große Menge Alkali liefere, sey auch unter allen faulenden Substanzen am wenigsten schädlich.

Die tägliche Erfahrung überzeuge uns hinlänglich, daß die flüchtigen Salze nicht schädlich wären, man möge sie äußerlich oder innerlich gebrauchen; aber man sey beständig geneigt zu glauben, daß sie die Fäulniß beförderten, nicht allein in verschiedenen Arten von Krankheiten, sondern auch beym äußerlichen Gebrauche. Die Wirkungen, welche vom innern Gebrauche der flüchtigen Salze erfolgen, seyen zu sehr zusammengesetzt, als daß man daraus etwas sicheres bestimmen könne. Pringle brachte verschiedene Theile vom menschlichen Blute in destillirten Weinessig und in Hirschhorngeist, und nachdem er diese Infusionen während eines Monats mitten im Sommer beobachtet hatte, fand er die vom Hirschhorngeiste ein wenig veränderter als die vom Weingeiste. Er vermischte in einer Phiole eine und eine halbe Unze zu gleichen Theilen Ochsengalle und Wasser mit 100 Tropfen Hirschhorngeist, und in einer andern Phiole die nämliche Quantität Galle ohne flüchtigen Geist; beyde setzte er einer Wärme aus, die der

der Wärme des menschlichen Körpers gleich war; der Liquor in der letztern Phiole wurde in weniger als zwey Tagen faul, während der andere nicht die geringste Veränderung erlitten hatte.

Hierauf übergoß er zwey Quentchen Ochsenfleisch mit zwey Unzen Wasser und einem halben Quentch. Hirschhornsalz. In eine andere Phiole brachte er eben so viel Fleisch und Wasser mit einer doppelten Menge Meersalz; und endlich in eine dritte Phiole dieselbe Quantität Wasser und Fleisch, aber ohne Salz. Achtzehn Tage nachher, da die Infusionen beständig einer Wärme von 100 Grad nach Fahrenh. ausgesetzt gewesen waren, fand sich das Gemisch in der letzten Phiole verdorben; einige Stunden darauf wurde auch die andere Mischung faul; aber das Fleisch mit dem flüchtigen Alkali blieb beständig unverändert. Ein anderesmal brachte er drey Stücke Ochsenfleisch in drey verschiedene Töpfe, die beyden erstern waren bedeckt mit Sägespäne und Kleye, und das dritte mit Hirschhornsalz. Jene wurden in kurzer Zeit an der Sonnenwärme faul, das letztere aber erhielt sich in demselben Zustande länger als ein Jahr.

Aus diesen und mehreren andern Erfahrungen schloß Pringle, daß die flüchtigen Salze die Fäulniß der thierischen Substanzen verhindern, und zwar auf eine weit wirksamere Art, als das gemeine Salz; und man hat Grund zu vermuthen, daß sie dieselbe Wirkung innerlich gebraucht hervorbringen.

Auch hat Pringle verschiedene Versuche mit fixen Alkalien angestellt, und diese nicht weniger antiseptisch gefunden, als die flüchtigen Alkalien. Verbindungen mit Säuren und Alkalien widerstanden der

der Fäulniß nicht so sehr, als jede Substanz einzeln genommen. Im allgemeinen widerstanden aber die Neutralsalze weniger, als gewisse resinöse Substanzen.

Nachher hat Pringle versucht, das verdorbene Fleisch wieder in den vorigen Zustand zurückzubringen, ohne seine Zuflucht zu den destillirten Geistern oder den Säuren zu nehmen, welche vermöge ihrer Natur viel zu scharf und reizbar sind, als daß man sie zu dieser Wirkung anwenden könnte. Es gelang ihm, dieses durch eine Infusion mit Kamillenblumen zu bewerkstelligen; er hatte nämlich in diesen Liquor zwey Quentch. verdorbenes Fleisch gebracht, welches stank und specifisch leichter war als Wasser; es erlangte nach und nach seine natürliche Consistenz wieder, so daß es sich ein ganzes Jahr hindurch unverändert erhielt.

Ferner stellte Pringle Versuche mit dem Gelben vom Ey, mit der Leber, und mit dem serösen Theile des Bluts an, um zu sehen, ob dieselben Substanzen, welche der Fäulniß des Fleisches entgegen waren, denselben Effekt bey diesen Materien zeigten; er fand wirklich, daß sie dieselben ebenfalls erhielten, aber nicht in demselben Grade; der Salpeter z. B., welcher die größte antiseptische Kraft beym Fleische hatte, zeigte in diesem Falle die geringste u. s. f.

In der dritten und vierten Abhandlung untersucht Pringle diejenigen Substanzen, welche die Fäulniß befördern. Bisher war man der Meynung gewesen, daß alle fixe und flüchtige Alkalien die Fäulniß beschleunigten, welches aber Pringle durch seine bisherigen Erfahrungen widerlegt hatte. Dagegen fand er zu seiner Verwunderung, daß 20 oder 30 Gran Krebsaugen oder präparirte Kreide zu einer gewis-

wis-

wissen Quantität Fleisch und Wasser gethan nicht allein die Fäulniß beschleunigten, sondern auch so heftig machten, daß dadurch die Speise in wenigen Tagen in eine rotzartige Masse verwandelt ward; das sonderbarste war noch dieß, daß das Meersalz, welches in einer Quantität von 1 oder ½ Quentch. gebraucht ein so bekanntes antiseptisches Mittel ist, in kleiner Dose angewandt, z. B. 10 Grän zu zwey Quentch. Fleisch und 2 Unzen Wasser, die Fäulniß beförderte und augenscheinlich vermehrte. Auch fand Pringle, daß mehligte Speisen, z. B. ein Dekokt von Gries u. s. f. die Fäulniß nicht verzögerten, sogleich aber sistirten, wenn eine Säure hinzugethan wurde.

In den folgenden Abhandlungen führt Pringle noch eine Reihe von Erfahrungen auf, aus welchen folgt, daß die thierischen Substanzen, welche zur Fäulniß geneigt sind, das Vermögen besitzen, eine Gährung in den mehligten Stoffen zu erregen. Der verdorbene Speichel zeigt die nämliche Wirkung; aber in seinem natürlichen Zustande scheint er die Eigenschaft zu besitzen, die Fäulniß der Speisen zu verhindern, und ihre Gährung und Erzeugung der Luft in den ersten Wegen zu mäßigen. Er mache die Gährung viel langsamer und weniger heftig, obgleich der berühmte Stahl behauptet habe, daß der Speichel die Gährung befördere. Zuletzt schließt er aus dieser Theorie, daß nur sehr starke Personen von der Pflanzennahrung allein leben können, und daß sie sich nie sowohl befinden und so lange leben, als diejenigen, welche sich von thierischen und vegetabilischen Substanzen nähren.

In

In der sechsten Abhandlung untersucht er diejenigen Substanzen, welche die Gährung der Speisen beschleunigen oder verzögern, und vermehren oder vermindern. Aus seinen Erfahrungen folgert er, daß die Geister, die Säuren, die bittern, aromatischen und die antiscorbutischen Pflanzen die Gährung verzögern. Aber die Galle hat ganz entgegengesetzte Wirkungen von denen der bittern Gewächse. Die Krebsaugen, die Austerschaalen, und das Meersalz in geringer Quantität, befördern und vermehren die Gährung; das Kalkwasser befördert weder dieselbe noch verzögert sie, so wie die Fäulniß; daher scheint es, daß die nährenden animalischen Stoffe die vorzüglich wirksamsten Mittel der Gährung im Magen sind.

Die siebente Abhandlung enthält endlich Erfahrungen und Beobachtungen über die Fäulniß des Bluts und anderer animalischer Stoffe. Pringle hat gefunden, daß der rothe Theil des Bluts besonders genommen eine weit stärkere Neigung zur Fäulniß zeigt, als der seröse Theil, und daß die Kruste, welche sich in hitzigen Krankheiten darauf bildet, unter allen Substanzen am stärksten zur Fäulniß geneigt ist.

Pringle's Erfahrungen hat vorzüglich Shaw [e]) mit der größten Genauigkeit wiederholt, und dieselben mit anderen vermehrt, welche hier aber anzuführen zu weitläuftig seyn würde.

Macbride [f]) hat diesen Gegenstand noch weiter verfolgt. Nach seiner Meynung ist die Ursache der

e) Chemical lectures, franz. übersetzt unter dem Titel: Essai pour servir à l'histoire de la putrefaction. à Paris. 1766. 8.

f) Experimental essays. Lond. 1764. 8. Dav. Macbride

der Fäulniß in der Entweichung der sogenannten fixen Luft zu suchen, wovon bereits im dritten Kapitel das nöthigste angeführt ist.

Da alle thierische Substanzen zur Fäulniß viel geneigter sind, als die vegetabilischen, so haben einige Aerzte und Chemiker, z. B. Boerhaave und Macquer, vermuthet, daß der Uebergang der vegetabilischen Substanzen und Nahrungsmittel in thierische durch eine Art von unvollkommener Fäulniß geschehe.

Die bisher angeführten Bemerkungen betreffen bloß die mächtige Naturoperation, welche bey der faulen Gährung vorgeht, und man hatte hiebey vorzüglich die Absicht, zu untersuchen, was für Wirkungen verschiedene materielle Stoffe auf kranke menschliche Körper äußern könnten und würden, um sie alsdenn als medicinische Mittel anwenden zu können. Was aber das ganze Gährungsgeschäft betrifft, so blieb Stahls Werk das einzige seiner Art, und niemand unternahm es, etwas anders an seine Seite zu setzen, bis endlich Johann Christ. Wiegleb[g]) das Geschäft der Gährung in einer ganz neuen Ansicht darstellte. Er setzt voraus, daß alle organische Körper nach ihrer innern Mischung aus sehr verschiedenartigen Theilen, nämlich aus höchst flüchtigen, elastischen, flüssigen, klebrichten, auflößlichen und festen Grundmaterien, von der Natur auf eine

bride's durch Erfahrung erläuterte Versuche über verschiedene Vorwürfe. a. d. Engl. durch Conr. Rahn. Zürch 1766. 8.

g) Neuer Begriff von der Gährung und den ihr unterwürf. Körpern. Weimar 1777. 8.

eine unnachahmliche und unbeschreiblich mannichfaltige Art zusammengesetzt und genau mit einander verbunden sind. Ihr organischer Bau aber scheine den in ihnen befindlichen häufigen elastischen Grundmaterien sehr zu widerstehen und zu verhindern, daß sie nicht gegen ihre Bestimmung daraus entweichen, und überhaupt, daß diese Körper bis zu dem bestimmten Endzweck ihres Daseyns dauern und aufbehalten werden können. Daher komme es nun wohl, daß, sobald ihr organischer Bau zerstört und die darin befindlichen Mischungen von dem Widerstande befreyet werden, sie auch in ihrer Art nicht länger dauern können, der Ausbruch der elastischen Materien alsobald anfängt, und dadurch die weitere Scheidung der übrigen Mischungen von einander Stufenweise erfolgt, wenn solcher Zerstörung nicht anderweitige Gränzen gesetzt werden.

Es gebe daher verschiedene Körper solcher Art, welche nach vorgegangener Versetzung in einen flüssigen Zustand, bey geringer Wärme an freyer Luft, in eine gewisse innere Bewegung gerathen, und dabey in ihrer natürlichen Mischung eine starke Veränderung erleiden. Dieser Vorgang und Wirkung werde Gährung genannt.

Nachdem nun Wiegleb sehr vielfältige genaue Beobachtungen angestellt und dabey alle Begriffe der Vorfahren bey Seite gesetzt hatte, so erkannte er endlich die Gährung für eine aus eignen natürlichen Kräften erfolgende allmähliche Aufschließung eines Körpers, der aus gewissen von einander verschiedenen gemischten Theilen besteht, und für eine dadurch von selbst erfolgende Scheidung desselben in verschiedene seiner unähnlichen Theile, nachdem der Körper zuvor

in einen flüssigen Zustand gebracht worden ist. Die Gährung sey daher der gerade natürliche Weg zur gänzlichen Zerstörung gewisser Körper, nachdem sie aus ihrer natürlichen Beschaffenheit und in einen flüssigen Zustand gekommen sind.

Es habe aber die Kunst Mittel gefunden, einer solchen angefangenen fortschreitenden Zerstörung, nach gewissen Perioden, Einhalt zu thun, um einige Bestandtheile solcher Körper, die auf diesem Scheidungswege aus ihrer vorigen Verbindung zum Vorschein kommen, zu anderweitigem Gebrauch davon absondern zu können.

Sollen aber die Körper in eine Gährung kommen, so müssen sie nothwendig erst in einen flüssigen Zustand versetzt werden. Hiernächst erfolgt bey mäßig warmer Luft eine sichtbare sehr gelinde innere Bewegung, die sich durch kleine aufsteigende Luftbläschen mit einem kleinen Geräusch, wie auch durch einen stark und flüchtig riechenden Geist sinnlich zu erkennen giebt. Ja es fangen auch hiebey dergleichen Körper nach und nach sich selbst zu erheben an, und schwellen auf. Diese sichtbare innere Bewegung aber fängt aus eigenen natürlichen Kräften des gährenden Körpers an, und dauert so lange fort, als dieses Vermögen währt; worauf alsdann die Flüssigkeit in ihre vorige Ruhe kommt, und diese Gährungsart beendigt ist. Während dieser innern Bewegung, und sogleich mit deren Anfang, geht in dem im flüssigen Zustande sich befindenden Körper eine merkliche Veränderung vor. Denn obgleich eine solche Flüssigkeit vorher sehr hell und durchsichtig seyn kann, so wird sie doch nach und nach trübe werden, aus allen Orten Luftbläschen nach der Oberfläche nebst einem

ela=

elastischen flüchtigen Dunst treiben, und endlich erdige und schleimige Theile ober- oder unterwärts von sich ausscheiden. Ferner entdeckt sich nunmehr auch in der endlich wieder hell gewordenen Flüssigkeit der bekannte ätherische brennbare Geist und eine offenbare Säure durch den Geruch, die beyde durch die Destillation daraus abgeschieden werden können. Aus diesen Erscheinungen, sagt Wiegleb, kann man nun wohl nichts anders erkennen, als daß hiebey eine Scheidung des gährenden Körpers in verschiedene seiner unähnlichen Theile vorgegangen sey.

Es wird aber durch solche Scheidungsart der gährende Körper nicht in alle seine Bestandtheile zerlegt; sondern es werden der Erfahrung nach nur einige seiner einander unähnlichen Bestandtheile, nämlich der brennbare Geist und die Säure, durch die Entweichung der elastischen Luft, welche so sinnlich erkannt wird, aus ihrer vorigen genauen Verbindung gebracht, und zur anderweitigen Abscheidung geschickt gemacht, bleiben aber dabey dennoch unter einander gemischt, bis die Abscheidung durch künstliche Unterstützung erfolgt. Die übrigen gröbern Mischungen desselben Körpers aber, die keine solche flüchtige Theile besitzen, bleiben in dem noch unvollkommen geschiedenen Rückstande unzerstört übrig. Endlich ist auch noch zu bemerken, daß diese Scheidung nicht auf einmal im ganzen Körper, sondern nur allmählig und in einer gewissen Zwischenzeit erfolgt.

Wiegleb glaubt daher nicht, daß durch oder während der Gährung etwas Neues entstehe, oder aus den vorher aufgelößten Theilen zusammengesetzt werde, was zuvor nicht in demselben Körper gewesen wäre,

wie man vormals der Meynung gewesen sey. Er hält sich vielmehr überzeugt, daß durch und während der Gährung nichts weiter geschieht, als eine bloße Entwickelung der vorher mit einander verbundenen Theile, die nun leichter von einander abgesondert, und zu einem bestimmten anderweitigen Gebrauche sinnlich zum Vorschein gebracht werden können. Hätte man die Gährung, fährt er fort, für nichts anders als eine bloße freywillige Aufschließung der zusammen verbundenen auflößlichen Mischungen der organischen Körper erkannt, so würde man gar keine Ursache gehabt haben, über das Geheimnißvolle dieser Operation sich zu beschweren. So lange aber freylich der uneingeschränkte Begriff von der Entstehung neuer Substanzen unsere Augen verkleistert habe, wäre es nicht möglich gewesen, daß der Nebel der Vorurtheile hätte zerstreuet, und der wahre Erfolg der Gährung in seinem unverfälschten Lichte erkannt werden können.

Hiernächst beobachte man aber auch, daß sich nicht alle Körper in der Gährung auf einerley Art verhalten, sondern von verschiedenen Erscheinungen begleitet werden, auch nach deren Vollendung ganz verschiedene Dinge zum Vorschein bringen.

Es liefern nämlich alle süße saftige Früchte überhaupt, imgleichen alle Getreidearten, hierdurch geistvolle weinigte Flüssigkeiten, und gähren mit häufigen aufsteigenden Luftbläschen, Geräusch und mit einem ausfahrenden elastischen flüchtigen Dampfe. Und nach dieser geendigten Periode geht in eben diesen Körpern noch eine andere von jener verschiedene Art der Gährung, oder vielmehr eine andere fortschreitende Scheidung, ohne ausfahrende und aufsteigende Luftbläschen,

jedoch

jedoch immer noch mit Bemerkung eines flüchtigen elastischen Dunstes ohne merkliche Bewegung in der Flüssigkeit fort, wobey alsdann eine Säure zum Vorschein kommt. Wird aber hernach der immer fortschreitenden Scheidung, durch Entziehung der freyen Luft, nicht Einhalt gethan, so geht auch endlich in derselben Flüssigkeit die letzte Scheidung und die eigentliche gänzliche Zerstörung der noch übrigen unter allen am haltbarsten gewesenen Mischung vor; und diese wird von einem üblen Geruch begleitet und die Fäulniß genannt. Daraus erhellet also, daß diese Körper zu einer dreyfachen Art von Gährung geschickt sind, oder vielmehr, daß die Gährung in diesen Körpern von einer dreyfach verschiedenen Erscheinung begleitet werde.

Dagegen gehen andere Körper gleich nach veranlaßter innerer Bewegung und Aufschließung gerades Weges in saure Gährung, und dann in Fäulniß über; können aber in keine geistige Gährung gerathen.

Es giebt aber auch noch andere Körper, die weder in eine geistige noch saure Gährung gebracht werden können, sondern bey einer veranlaßten Gährung gerades Weges in Fäulniß übergehen; worunter manche schleimige Gewächse, vornämlich aber die allermeisten thierischen Theile gehören.

Hieraus erkenne man nun ganz deutlich, daß es eigentlich drey verschiedene Arten von Gährung gebe, wenn man nämlich nach den verschiedenen Erscheinungen und vorkommenden Dingen, die dabey bemerkt würden, urtheile, obgleich die Wirkung an und für sich selbst in allen Fällen einerley, nämlich eine freywillige natürliche Scheidung, bleibe; an wel-

chem Unterschiede aber einzig und allein die Körper selbst, die dieser Wirkung überlassen werden, Schuld sind.

Stelle man nun über diesen Punkt eine Untersuchung der vor allen andern zur Gährung geschickten Körper, z. B. der saftigen Früchte, Getraidearten, Hefen, Sauerteig, Honig, Zucker, Rosinen und anderer mehr, an, so finde man bey der chemischen Bearbeitung, daß sich in ihnen eine vorzügliche Menge Luft verkörpert aufhält. Diese Beobachtung verbreite schon ein helles Licht über jene Erscheinung dieser Körper, wenn in ihnen die Gährung veranlaßt worden ist. Denn hiebey fangen diese Körper an, sich merklich in die Höhe zu heben, und steigen wohl oft gar über das Gefäß hinaus, wenn dasselbe mit der gährenden Materie etwas zu weit angefüllt worden ist. Daraus erkenne man doch wohl sehr deutlich, daß in derselben Mischung ein sich ausspannender Körper befindlich seyn müsse, der hier vermöge seiner Wirksamkeit durchzubrechen und sich in Freyheit zu setzen suche; und daß solcher nichts anders, als eine in dem innern Wesen des gährenden Körpers verschlossen gewesene Luft seyn müsse, versicherten uns schon hier unsere Sinne, wenn wir auch durch die chemische Untersuchung von ihrer wirklichen Gegenwart in diesen Körpern zum voraus nicht überzeugt werden könnten.

Nach Wiegleb's Vorstellung befindet sich die Luft in solchen Körpern mit der elementarischen Feuermaterie verbunden, daraus der während der geistigen Gährung ausbrechende bekannte prickelnde elastische Dunst bestehe; denn es sey ihm nicht bekannt, daß bloße reine Luft durch Natur und Kunst in einen solchen

chen Zustand gebracht werden könne, daß sie einen so flüchtigen beißenden Geruch oder Geschmack erlangte, wie man es doch an dem unter der geistigen Gährung ausbrechenden Dunste sinnlich bemerke. Dagegen sey es von der ganzen atmosphärischen Luft unläugbar, daß sie fast zu allen Zeiten eine große Menge von der theils unmittelbar von der Sonne ausströmenden, theils aus den zerstörten Körpern weichenden allgemeinen Feuermaterie in sich nehme und mit sich verbinde. Wer sollte aber wohl zweifeln, daß die Luft unter dieser Beschaffenheit, eines Nebenanfanges, mit in die Zusammensetzung der Körper eingehen könnte? so wie es auch von ihr bekannt genug sey, daß sie mit dem aufgenommenen Wasser auf ähnliche Art verbunden in die organischen Körper unaufhörlich eingeführt werde.

Dennoch wolle er gern über diesen Punkt nachgeben, so viel bleibe aber immer unläugbar gewiß, daß hier ausbrechende Luft vorhanden sey. Könnte man es beweisen, daß die stechende oder prickelnde Eigenschaft der verkörpert gewesenen und nun so eben in Ausdehnung begriffenen Luft hinzukomme, und daß sie bloß reine Luft sey, so lasse er es sich gern gefallen. Allein er wisse nicht, daß die sogenannte fixe Luft, die durch Säuren aus den alkalischen Salzen und auflößlichen Erdarten getrieben werde, eben dieselbe Eigenschaft haben sollte, als diejenige, die unter einer wahren Gährung entwickelt werde. Und wenn dieses auch seyn sollte, so wäre dennoch erst durch überzeugende Versuche darzuthun, daß in beyden Fällen die Luft sich in einem ganz reinen und unvermischten Zustande befinde.

Ferner entdecke man in diesen Körpern, die zur Gährung geschickt sind, salzig=schleimige Theile, welche sich in den allermeisten dieser Körper durch Einweichung oder Auskochung schon vor der Gährung sehr deutlich erkennen ließen; so wie sie auch nach deren Vollendung offenbar zum Vorschein kämen.

Eben so gewiß finde man auch eine Säure in ihnen vorhanden, die bey chemischer Untersuchung durch die Destillation im freyen Feuer davon abgeschieden und also bewiesen werden könne, daß solche auch nach vollbrachter Gährung noch gegenwärtig befunden werde. Den öligten Bestandtheil, den man bey der gewaltsamen Bearbeitung mit Feuer zugleich erhalte, ziehe er in keine Erwägung, weil solcher eigentlich unter die angeführte schleimige Mischung als wesentlicher Bestandtheil gehöre.

So viel könnten wir nach den bekannter Maaßen angenommenen eigentlichen Scheidungsoperationen von den wahren Bestandtheilen der zur Gährung geschickten Körper erkennen, in so fern wir in ihnen den Grund der Gährung selbst aufsuchen wollten, so lange man die Gährung für keine Scheidungs=Operation selbst annehme. Wenn wir aber in der Beobachtung fortführen und erwägten, daß der angenehme Geruch des Obstes aller Art, den man noch besser an dem frisch ausgepreßten Obstsafte bemerke, der sich auch sogar unter der damit angestellten Gährung nicht verändere, als in so weit, daß er nur immer stärker und freyer zum Vorschein komme, mit dem Geruche des bloßen Weingeistes, den man aus dem vergohrnen Moste erlange, die größte Aehnlichkeit habe; wenn man ferner an den besondern ätherischen balsamischen Geruch gewisser Gewächse, worin doch kein

kein ätherisches Oel entdeckt werden könne, z. B. der Lindenblüthen, imgleichen des Birkenlaubes, gedenke, und sich erinnere, daß auch Marggraf aus den erstern Blüthen ohne allen Zusatz einen wahren Weingeist vermittelst der Gährung gezogen habe; so gebe uns dieß den wahren Aufschluß von Boerhave's spiritus rector, und wir müßten alle Beweiskraft unserer Sinne verläugnen, wenn wir daraus nicht erkennen wollten, daß auch der ätherische brennbare Geist, der nach der Gährung aus diesen Körpern erhalten werde, einer von ihren wahren Bestandtheilen sey, und bereits vor der Gährung in ihnen enthalten seyn müsse.

Eben dieser ätherische brennbare Geist könne zwar bekannter Maaßen auf keine andere Art als vermittelst der Gährung aus solchen Körpern zum Vorschein gebracht werden; dieß berechtige uns aber noch gar nicht, seine Erscheinung zum Vortheil einer alten tief eingewurzelten grundfalschen Hypothese als ein vor der Gährung nicht vorhanden gewesenes, hier aber erst neu erzeugtes Wesen anzusehen, aus dem seichten Grunde, weil ohne Gährung derselbe Geist aus diesen Körpern nicht dargestellt werden könne. Wie falsch und trüglich dieser Grund sey, sehe man aus der erwiesenen und erkannten Wahrheit, daß auch das überaus stark riechende flüchtige Alkali in den trockensten unriechbarsten Knochen nach seinem ganzen Wesen, als ein wahrer Bestandtheil derselben, befindlich sey; ohnerachtet sich solches durch den bloßen Geruch gar nicht, durch gewisse kunstmäßige Behandlungen nur dessen Gegenwart, durch Hülfe des Feuers aber dasselbe nach seiner ganzen Menge, als darin vorhanden, entdecken lasse. Eben so gewiß sey auch

 der

der ätherische brennbare Geist aus oben angeführten Gründen ein wesentlicher Bestandtheil jener Körper, aus welchen er durch die Gährung erhalten werde, und liege schon sicherlich seinem ganzen Wesen nach in ihnen verborgen, wie die übrigen ausgeschiedenen Mischungen, die hiernächst mit zum Vorschein kämen; so wie es auch demnach nicht erwiesen werden könne, daß derselbe, nach einer bloßen willkührlichen Meynung, unter und während der Gährung neu erzeugt werde. So gewiß also die ausbrechende Luft, die Säure, und die übrige schleimig-erdige Mischung in diesen Körpern befindlich sey und daraus geschieden werden könne, eben so gewiß befinde sich auch der ätherische brennbare Geist in diesen zusammen verbundenen Mischungen schon vor der Gährung im natürlichen Zustande.

Weil aber dieser Geist mit der ganzen Mischung eines solchen Körpers fest verbunden sey, und doch eine so überaus flüchtige Natur besitze, so sey es ganz unmöglich, daß er durch die übrigen Scheidungswege, die allezeit durch Hülfe des Feuers geschehen müßten, zum Vorschein gebracht werden könnte. Sollte derselbe also aus seiner Verbindung befreyet hervor kommen, so müsse es nothwendig durch eine solche gelinde seiner Natur gemäße Aufschließung der verbundenen Mischungen geschehen, wie sie in der Gährung vorgehe; wobey er zugleich in der vorhandenen Feuchtigkeit aufbehalten werde, daß er nicht alsobald bey seiner Entbindung in die Luft entweichen könne.

Es müßten demnach alle zur Gährung geschickt seyn sollende Körper aus ungleichartigen, aber gemischten Theilen bestehen, und in dieser natürlichen Mischung vor allen andern hauptsächlich eine vor-

vorzügliche Menge Luft enthalten, welche in einer Vermischung in bloßem Wasser auflößlicher salzigschleimiger Theile, bald mit, bald ohne einen ätherischen brennbaren Geiste sich befinden. Der brennbare Geist sey es aber nur eigentlich, durch dessen Gegenwart einzig und allein die Körper zur geistigen Gährung bestimmt würden; dergestalt, daß alle diejenigen, in welchen derselbe nicht vorhanden sey, auch nimmermehr dazu geschickt befunden würden, sondern unmittelbar entweder zur sauren oder faulen Gährung übergehen.

Nach diesem Begriffe sehe man nunmehr auch sogleich die Ursache ein, warum die Körper des Mineralreichs zur Gährung ungeschickt wären. Sie besäßen zwar oft Luft genug, aber es sey solche in ihnen entweder mit einer bloßen Erde, oder mit andern festen metallischen oder andern gröbern erdpechartigen Theilen verbunden; die im bloßen Wasser auflößlichen salzigschleimigen Theile aber, nebst dem ätherischen brennbaren Geiste, fehlten ihnen gänzlich; folglich finde bey ihnen keine freywillige Entweichung flüchtiger elastischer Theile statt, und deßwegen seyen sie auch zur Gährung ganz und gar unvermögend.

Also beruhe der ganze Unterschied, daß nicht alle und jede Körper zu einerley Art der Gährung geschickt befunden werden, einzig und allein auf den natürlichen Bestandtheilen der Körper und deren verschiedenem Verhältniß. Bald besäßen die Körper die erforderliche Menge Luft nicht, oder es fehle ihnen der brennbare Geist; oder die salzigschleimige Mischung enthalte zu wenig salzige und desto mehr schleimige Theile; oder das salzige Wesen in der salzigschleimigen Mischung sey bald von saurer,

bald

bald von alkalischer Beschaffenheit, und dabey entweder mit dem brennbaren Geist verbunden, oder nicht. Alle diese und noch andere ähnliche veränderte Beschaffenheiten verursachten die unbeschreiblichen Veränderungen, die man während des Gährungsgeschäfts bey verschiedenen Körpern bemerke.

Diejenigen Körper nun, welche bey einer natürlichen sauersalzigschleimigen Mischung, die sich durch einen süßlichen Geschmack offenbare, mit einer Portion brennbarem Geiste auch zugleich eine ansehnliche Menge Luft verkörpert enthielten, seyen einzig und allein zur geistigen und Wein-Gährung geschickt, und diese lieferten nach deren Vollendung den aus ihnen unter dieser Operation entwickelten brennbaren Geist; nach weiterer veranlaßten Scheidung aber auch Essig. Darunter gehöre nun alles saftige Obst, alle Getraidearten, süßliche Wurzeln und andere Gewächse mehr. Aller dieser erwähnten Körper salzigschleimige Mischung werde allemal von einer sauren Beschaffenheit befunden; es entwickele sich aber diese Säure erst alsdann vornämlich, wenn sie ihren ätherischen brennbaren Geist verloren hätten. In diesen Körpern müsse die geistige Gährung allemal vorangehen, und könne nie in umgekehrter Ordnung erfolgen. Bey den saftigen Gewächsen unter diesen Körpern könne man wohl die Regel festsetzen: daß diejenigen, die die meiste Süßigkeit zu erkennen gäben, auch den meisten brennbaren Geist lieferten; so wie im Gegentheil diejenigen, welche die wenigste süßligschleimige Mischung oder gar eine vorzügliche Säure spüren ließen, auch die geringste Menge oder gar keinen solchen Geist gäben.

Andere Körper hingegen, die bey einer sauersalzigschleimigen Mischung und einem fast gänzlich mangelnden süßen Geschmack zwar Luft genug, aber keinen ätherischen brennbaren Geist enthielten, ihn wenigstens auf keine Weise, selbst durch die Gährung nicht, zu erkennen gäben, geriethen unmittelbar bey veranlaßter innerer Bewegung in saure Gährung, wiewohl es vielleicht seyn könne, daß sich auch hier wirklich eine Portion von brennbarem Geiste befinde, der aber wegen der geringen Menge sich nicht erkennen, noch weniger abscheiden lasse. Wenigstens könnte man solches beynahe aus der bestätigten Erfahrung schließen, daß in Sibirien aus der Milch, sowohl von Pferden als andern Thieren, ohne Zuthun anderer Gährungsmittel von den dasigen Einwohnern Branntwein abdestillirt werde. Es müßte denn seyn, daß die dasigen Erdgewächse, womit sich jene Thiere ernähren, geistreicher als unter unserm Himmelsstriche wären; oder daß in jenem Lande die Thiere mit mehreren Getraidearten als hier gefüttert würden.

Aus dieser beschriebenen Art von Gewächsen erkenne man auf die einleuchtendste Weise, daß der brennende Geist während der Gährung aus gewissen angenommenen Grundtheilen unmöglich erst zusammengesetzt und erzeugt werde. Denn diese Körper enthielten in ihrer Zusammensetzung Luft, saure, brennbare und erdige Theile, gährten mit aufsteigenden Luftblasen, wie ein Obstsaft, und gäben dennoch keinen brennbaren Geist von sich. Warum könnte nun dieser hier nicht auch entstehen? Es bleibe also wohl vielmehr richtig, daß er in denjenigen Körpern seinem ganzen Wesen nach schon wirklich befindlich seyn müsse, aus welchen er vermittelst der Gährung erhal-

erhalten werde, und daß er, wo er nicht vorhanden ist, auch während der Gährung nimmermehr entstehen könne.

Diejenigen Körper endlich, welche keinen ätherischen brennbaren Geist enthielten, in deren salzigschleimigen Mischung die schleimigen Theile die Oberhand hätten, von welcher Art die meisten Pflanzen wären; diejenigen Körper, deren salzigschleimige Mischung mehr von einer alkalischen oder mittelsalzigen Natur sey und dabey keinen brennbaren Geist besäßen, ob sie gleich auch Luft genug enthalten könnten, welche Mischung man in den thierischen Körpern und deren allermeisten Theilen finde, diese seyen weder zur geistigen noch sauren Gährung geschickt, sondern giengen bey entstehender innerer Bewegung unmittelbar zur Fäulniß über. In einem diesem ähnlichen Zustande befänden sich auch zuletzt alle diejenigen Körper, welche die geistige und saure Gährung ausgestanden hätten. Denn, nachdem die flüchtigen Theile derselben, welche sie eben zu einer anders gearteten Gährung bestimmt hatten, verloren gegangen, so komme alsdann in ihren Rückständen eben dasjenige Verhältniß hervor, das zum unmittelbaren Uebergange zur Fäulniß erfordert werde, indem nunmehr die schleimigen Theile vor den andern die Oberhand erhielten. In dieser ihrer letztern Auflösung bestehe nun eigentlich die Fäulniß. Daher kämen nun alle und jede organische Körper, ohne Unterschied, darin überein, daß sie am Ende insgesammt in Fäulniß übergiengen, und also durch diese letztere Scheidung der annoch übriggebliebenen Mischung gänzlich aufgelößt und bis auf die einfachsten natürlichen Elemente zerstört würden.

Es

Es müsse aber auch noch der Grund erwogen werden, woher es komme, daß verschiedene zur geistigen und sauren Gährung geschickte Körper dennoch verschiedene weinigte oder eben so verschiedene saure Flüssigkeiten lieferten. Wenn die geistige Gährung in einem Körper vollendet sey, und die gährende Mischung vornämlich nur ihre elastische Luft verloren und die gröbsten schleimigen Theile ausgestoßen habe, so beruhe doch immer noch die Beschaffenheit der übrigbleibenden weinartigen Flüssigkeit auf dem natürlichen Verhältniß der vermischten Bestandtheile des vergohrnen Körpers gegen einander. Denn wenn die sauersalzigen Theile der salzigschleimigen Mischung nur mit einer geringen Portion einer eigentlichen schleimigen Mischung, aber mit einer vorzüglichern Menge des brennbaren Geistes, nach Entweichung der Luft und Abscheidung der gröbern Theile, übrig geblieben sind, so werde eine solche Flüssigkeit Wein genannt. Wenn aber die natürliche auflößliche Mischung des vergohrnen Körpers, nach dem Verlust der Luft und Abscheidung der gröbern Theile, von der Beschaffenheit sey, daß die sauersalzigen Theile von einer mitverbundenen klebricht- und schleimartigen Mischung überwogen und immer noch gleichsam eingewickelt gehalten würden, dabey aber eine geringere Menge von einem brennbaren Geiste, in Vergleichung mit einer wahren weinartigen Mischung, besäßen, dann werde diese geistige Flüssigkeit Bier genannt.

Von eben der verhältnißmäßig natürlichen Mischung der der Gährung unterworfenen Körper rühre auch der Unterschied her, den man zwischen dem Wein- und Bier-Essig deutlich bemerke. Der erstere werde aus Körpern bereitet, die eine weniger schleimige Mischung, und

mehr

mehr vorstechende salzige Theile enthielten; daher besitze auch derselbe weniger schleimige Theile und desto mehr freye Säure; und eben deßwegen habe er auch eine so helle dursichtige Farbe und eine minder schäumende Eigenschaft. Der letztere hingegen werde aus den mehr schleimigen Fruchtkörnern verfertigt, worin sich die Säure in einem geringern Verhältniß befinde; aus dieser Ursache entdecke man auch eine weit mehr schleimige Mischung in ihm, und eben daher besitze er auch nie den Grad der Säure und den reinen Geschmack als jener, behalte immer ein trübes Ansehen und schäume stark, nach eben dem Verhältniß, als das Bier viel mehr klebrichte und schleimige Theile als der Wein besitzt.

Eben daher rühre es auch, daß das Bier, imgleichen der Birn- und Pflaumensaft, wie auch andere sehr süße Säfte mehr, viel später säuerten, als Trauben- und Aepfelsaft, indem die letztern Arten weniger schleimige Theile und mehr sauersalzige als die ersten enthielten, die sich also eher aus der schleimigen Verbindung losreißen und befreyet zum Vorschein kommen könnten. Wie denn auch schon dadurch die Säurung beschleunigt werden könne, wenn ein solcher Saft mit Wasser verdünnt werde, wodurch die schleimige Mischung mehr zertheile und die Säure also sich desto eher davon entwickeln und offenbaren könne; wie solches aus der Erfahrung von dem sogenannten Lauer bekannt sey, der viel eher säure, als der beste Obstsaft, aber eben wegen seiner starken Verdünnung auch dem weitern Fortschritt zur Fäulniß viel eher unterworfen sey.

Der Grund, warum in den beschriebenen Fällen die natürliche schleimige Mischung immer noch ange-

angetroffen werde, nach dem Verhältniß, als sie in den Substanzen ist, woraus der Wein oder Essig bereitet wird, beruhe darauf, daß weder in der geistigen noch sauren Gährung eine eigentliche Auflösung der ganzen schleimigen Mischung vorgehe. Diese daure durch beyde Arten der Gährung, und werde endlich nur erst durch die Fäulniß aufgelößt. Es scheine also, daß die Verbindung in der schleimigen Mischung selbst fester sey, als die Verbindung der schleimigen Mischung mit der Säure und dem ätherischen Geiste, weil diese Verbindung aufgelößt werden könne, und jene Mischung sich dabey immer noch erhalte.

Die bisher beschriebene Gährung werde nun eigentlich veranlaßt durch eine starke Ausdehnung der auflößlichen Mischung in einer wäßrigten Flüssigkeit, vermittelst einer Versetzung der beschriebenen Körper in einen flüssigen Zustand. Hierdurch werde nun zuvörderst die ganze Mischung der auflößlichen Bestandtheile zur weitern Trennung und Abscheidung von einander geschickt gemacht; indem nunmehr der Widerstand der Gefäße aufhöre, und also die im Saft befindlichen flüchtigen elastischen Theile, ihrer Natur gemäß, durchzubrechen und zu entweichen anfangen könnten. Durch die sichtbaren Kennzeichen dieses Durchbruchs und der vorhergehenden Ausscheidung unterscheide sich diese Wirkung und chemische Operation vor allen andern, und werde Gährung benannt.

Unter die allgemeinen Hülfsmittel werde das Wasser und die äußerlich angebrachte Wärme gerechnet. Das Wasser gehöre an und für sich selbst nicht mit zur Materie, die in Gährung gehe, sondern müsse allezeit nur als eine fremde leidende Materie und als

das eigentliche Behältniß angesehen werden, in welchem die Gährung vor sich gehe. Es mache solchergestalt nur das nothwendigste Werkzeug aus, ohne welches keine Gährung möglich sey; indem nach aller Beobachtung keine Gährung statt finde, ohne die gährenden Materien in einen flüssigen Zustand zu versetzen. Hiebey verrichte es aber nichts mehr, als daß es die zur Gährung bestimmten Mischungen der Körper ausdehne, und dadurch zur Entbindung und Scheidung ihrer ungleichartigen Bestandtheile von einander Gelegenheit gebe; die alsdann von einander getrennten flüchtigen auflößlichen Theile aber in sich aufnehme, und dem Künstler zur fernern Abscheidung darbrächte. Mehr thue es dabey nicht.

Die Wärme werde der zur Gährung bestimmten Materie anfänglich durchs Wasser, oder wenn diese Materie schon selbst hinlänglich flüssig ist, von einem warmen Orte beygebracht. Im erstern Falle würden die trocknen Körper vermittelst der Wärme des Wassers besser ausgezogen, und deren Verbindung dadurch kräftiger geöffnet. In beyden Fällen aber würden durch die Wärme die in der gährenden Materie befindlichen elastischen flüchtigen Theile zum Ausbruch und Entweichung gereizt. Nach einmal veranlaßter innern Bewegung aber werde sie ferner durch die in der Mischung des gährenden Körpers sich befindende elementarische Feuermaterie, die während der Gährung sich ebenfalls von den mit verbundenen Theilen loßreisse, unterhalten.

Ob nun gleich die natürliche Mischung verschiedener Körper, insbesondere aber der Trauben- und Obstsaft, von der Beschaffenheit sey, daß darin, ohne alle weitere fremde Beyhülfe, aus eigenen Kräften die

die innere Bewegung oder die Gährung sofort ihren Anfang nehmen und auch vollendet werden könne; so sey es dennoch bey vielen andern Körpern, worin sich nämlich eine starke schleimige Mischung befinde, nöthig, durch gewisse künstliche Hülfsmittel die zweckmäßige innere Bewegung zu veranlassen und zu befördern, damit in diesen Körpern keine unordentliche Auflösung vor sich gehe. Hierunter seyen die sogenannten Fermente zu verstehen, welche theils aus einer solchen Mischung bestehen, die sich bereits in derjenigen innern Bewegung befinde, die man bey den der Gährung unterworfenen Körpern hervorbringen wolle; theils auch von der Beschaffenheit sind, daß sie ihrer Natur nach von der erwarteten innern Bewegung nur den Anfang machen könnten. Unter die erstern gehörten die Hefen und der Sauerteig; unter die letztern aber ein nach einander erfolgender Zusatz einer Säure und eines alkalischen Salzes, imgleichen der Weingeist, Weinstein und der Weinessig selbst auf verschiedene Art angebracht.

Der richtigste Begriff von einem Fermente sey dieser: daß dessen ganze Wirkung bloß darin bestehe, die zur Gährung bestimmte Materie zu einer zweckmäßigen und naturgemäßen Auflösung und Scheidung zu veranlassen. Daraus folge, daß ein Ferment nothwendig wirksame bewegende Theile besitzen müsse.

Da man nun bey einer veranstalteten weinigten oder geistigen Gährung bey überaus mäßiger Wärme beobachte, daß die erste Wirkung von der in der gährenden Materie verkörperten Luft vor sich gehen müsse; nach deren Entweichung, wenn sie anders auf eine mäßige Art erfolgt sey, alsobald auch der dadurch nun befreyete brennbare Geist, wie auch die

Säure, zum Vorschein kommt; so erkenne man auch ganz deutlich, daß ein Ferment, das zur Veranlassung einer geistigen Gährung angewendet werden solle, von einer solchen Beschaffenheit seyn müsse, daß es sehr viel Luft und auch geistige Theile, als die erforderlichen nothwendigen Werkzeuge, enthalte, damit die zweckmäßige Bewegung und Scheidung in den ähnlichen Theilen hierdurch veranlaßt werden könne. Das allerbeste schicklichste Ferment dieser Art seyen die bekannten Hefen, das aus der bey einer andern vorgegangenen geistigen Gährung ausgeschiedenen sauersalzig-schleimigen Materie bestehe, das aber zugleich mit einem großen Theile Luft und wirklichem brennbaren Geiste vereinigt sey; welche beyde letztere Substanzen in der vorhergegangenen Gährung zu gleicher Zeit ausgeschieden worden, und darin hangend verblieben sind.

Weil nun hieraus erhelle, daß in den Hefen die Luft und der flüchtige brennbare Geist die eigentlichen wirksamen Theile sind, die eine geistige Gährung in einem andern hiezu schicklichen Körper veranlassen können, so lasse sich auch der wahre Grund erkennen, warum Hefen, die schon eine Zeitlang an freyer Luft gestanden haben, zu diesem Endzweck nicht mehr recht tauglich befunden werden. Denn sie verlieren hiebey in einer gewissen Zwischenzeit ihre elastische Luft sowohl, als den in ihnen enthaltenen brennbaren Geist, und also ihre eigentlich wirksamen Theile; folglich bleibt denn nur allein die sauersalzig-schleimige Mischung noch übrig, und darum werden sie nun saure Hefen genannt und taugen zu nichts weiter, als höchstens zur Veranlassung der Essiggährung.

Aus diesen Begriffen erkenne man ferner, daß ein solches Ferment auf verschiedene Art durch

die

die Kunst zusammengesetzt werden könne. Demnach geschehe es auch, daß bey gewissen Vorfällen in sehr süßen schleimigen Mischungen bloß durch den nach und nach hinter einander erfolgenden Zusatz einer Säure und eines aufgelößten alkalischen Salzes, nebst etwas Weingeist, die Gährung erregt werden könne; wovon hier eigentlich bloß die von gedachten Salzen während der Vermischung ausbrechende fest gewesene Luft, nebst dem ebenfalls elastischen Weingeist, als die veranlassende erste Ursache anzusehen sey. Aus eben dem Grunde könne auch das bloße Wasser, das auf eine künstliche Art mit sogenannter fixer Luft geschwängert worden, die Gährung des Teiges sehr befördern.

Man habe aber nicht allein auf die in einem Fermente gegenwärtigen wirkenden Theile, nämlich auf die Luft und den brennbaren Geist und deren Erhaltung, das ganze Augenmerk zu richten, weil ein solches Ferment nur so lange gut bleibe, als es diese Theile noch besitze; sondern man müsse auch in allem Bedacht dahin trachten, daß auch diese wirkenden Theile sowohl beym ersten Anfange einer dadurch veranlaßten Gährung, als auch während ihrer ganzen Dauer nicht verloren giengen. Wenn daher eine zur Gährung bestimmte Materie in dem Zeitpunkte, da ihr ein Ferment zugesetzt werden soll, wärmer sey, als es die flüchtigen Theile desselben ihrer Natur nach aushalten könnten: oder wenn in der Zwischenzeit, da die Gährung vor sich gehe, zufälliger Weise eine starke Wärme einfalle; so geschehe es mehrentheils in beyden Fällen, daß die Gährung etwas ungestüm vor sich gehe, wobey alsdenn viele flüchtige Theile in die äußere Luft entwichen, und die erwünschte Absicht

vielmals vereitelt werde. Hierin liege der Grund, daß im Sommer mehr saure Biere gangbar sind, als im Winter; imgleichen, daß die Branntweinbrenner im Sommer wenigern Branntwein zur Ausbeute bekommen, als im Winter.

Bey einer Gährung würden nicht alle unter einander verbundene Mischungen zugleich aufgeschlossen. Die Auflösung müsse langsam, nach und nach, stufenweise, naturgemäß und so zu sagen rückwärts wieder geschehen, so wie die Mischungen vorwärts von der Natur zusammen verbunden worden wären. Es sollten nur dabey die Verbindungen der Mischungen, aber nicht die Mischungen selbst aufgelößt werden.

Es müsse also auch bey dem Zusatze eines Ferments dahin gesehen werden, daß es in hinlänglicher Menge angewendet werde; wozu nöthig sey, daß man sich den zu erreichenden Endzweck wohl vor Augen stelle; ob man nämlich hierdurch die ganze Masse, wie beym Branntweinbrennen, oder nur zum Theil, wie bey der Biergährung, aufschließen wolle; demnach die Menge der zur Gährung bestimmten Materie mit den Wirkungskräften des Ferments vergleiche, und daraus die nöthige Menge des letztern zu bestimmen suche.

Wenn nun auf solche Art gewisse Körper die geistige Gährung ausgestanden hätten, so seyen sie alsdann vermögend, in die saure Gährung überzugehen. Diejenigen aber, welche ihrer natürlichen Mischung nach zur geistigen Gährung nicht geschickt sind, könnten gerades Weges in saure Gährung versetzt werden. Hierzu müßten nun bey denjenigen Körpern, welche eine starke schleimige Mischung enthielten, wieder andere Hülfsmittel oder Fermente angewendet werden.

Wenn

Wenn die erstern Körper ihre elastische Luft und ihren brennbaren Geist entweder verloren und in die freye Luft geschickt hätten, oder letzterer durch eine Destillation daraus abgeschieden sey; so bleibe von ihnen noch eine ungeschiedene sauersalzig-schleimige Mischung übrig; und von eben dieser Beschaffenheit seyen auch die andern Körper, die von Natur gerade zur sauren Gährung übergiengen. Der Endzweck nun, der bey diesen Körpern erreicht werden soll, wenn man mit ihnen eine Gährung veranstaltet, bestehe darin, daß die in ihnen befindlichen sauren Theile von der gröbsten erdig-schleimigen Mischung befreyet, und in einer reinern Beschaffenheit zum Vorschein gebracht würden. Dieses müßten nun die hiezu schicklichen Fermente oder Zusätze bewirken helfen, und ihr größter Vorzug müsse darin bestehen, daß sie die schleimig-erdigen Theile abscheiden, die Säure selbst aber nicht verderben, sondern sie vielmehr nur befreyen und in ihre reinere Natur versetzen könnten. Diese Fermente müßten also von ganz anderer Beschaffenheit, als die erstern seyn, und schon selbst eine ähnliche saure Natur besitzen. Hiezu könnten nun vor allen andern dienen: wohlgesäuertes Brod, die Stiele von Weintrauben oder Rosinen, Weinstein, eine Portion Weinessig selbst, auch wohl ein Zusatz von Weingeist, bey einer äußerlich angebrachten Wärme.

Die faulende Gährung, als die dritte Art der gährenden Auflösung, betreffe eigentlich die ganze noch vorhandene übergebliebene Mischung, worunter vornämlich die schleimig-klebrichten Theile und Verbindungen gehörten. Hierdurch würden endlich alle organische Körper und ihre Mischungen gänzlich aufgelößt.

gelößt. Hiezu seyen aber keine veranlassende Hülfsmittel oder zu beobachtende Regeln nöthig, weil sich auf diesem Wege die Natur nicht verirren könne.

Wiegleb macht sich demnach von dem ganzen Erfolge der Gährung folgende Vorstellung, woben er nochmals voraussetzt, daß die in deu gährenden Materien verkörperte Luft entweder allein, oder in Verbindung mit der elementarischen Feuermaterie, unter der Beschaffenheit eines besondern Nebenanfanges das vornehmste wirkende Hülfsmittel der Gährung ausmache. Wenn man nun eine entweder von Natur flüssige Substanz, oder einen durch heißes Wasser ausgezogenen trocknen und also durch die Kunst in eine flüssige Beschaffenheit gebrachten Körper von der obbeschriebenen Mischung vor sich habe, so befinde sich solcher unter dieser Ausdehnung in einem solchen Zustande, daß seine elastischen flüchtigen Theile durch ihre natürliche Neigung zur Entweichung jetzt gleich in Bewegung gesetzt und dadurch von einander geschieden werden könnten. Demnach geschehe es nun auch hier, daß durch eine äußerlich angebrachte Wärme, oder durch ein elastisches Ferment, die eben erwähnten elastischen Theile eines solchen Körpers gereizt würden; wodurch dann also der erste Grund zu ihrer Bewegung, und der darauf nach und nach erfolgenden stufenweisen Auflösung und Scheidung gelegt werde. Nothwendig müsse die angebrachte Wärme die elastischen Bestandtheile der aufgelößten ausgedehnten Mischung vorzüglich zum Ausbruch reizen. Da nun hierunter die in der Mischung der unter einander verbundenen unähnlichen Bestandtheile sich befindliche Luft unfehlbar am ersten in Wirksamkeit gesetzt werden müsse, so sey es gar kein Wunder, daß man auch gleich,

gleich, wenn man den Anfang der Gährung erkenne, häufige kleine Luftbläschen in der ganzen flüssigen Mischung entstehen sehe, und an der Oberfläche mit einem schwachen Geräusche zerspringen höre. Da nun in allen Körpern der Natur, wie in der ganzen Natur selbst, die regelmäßigste und zweckmäßigste Verbindung erkannt werde, und daß zum Triebwerk und zur Unterhaltung des Ganzen immer ein Theil in den andern eingreife, so sey es auch hier eine nothwendige Folge, daß, sobald aus der Mischung eines gährenden Körpers nur ein einziger nothwendiger Bestandtheil zu entweichen anfange, auch sofort in der ganzen Mischung eine zur weitern Auflösung abzielende Veränderung vorgehen, und besonders bey fortdauernder Veranlassung hiezu die Entweichung und Abscheidung anderer mitverbundener Theile nothwendig erfolgen müsse. Demnach breche also, wo nicht mit der Luft zugleich, doch gewiß unmittelbar darauf, die mitverbundene elastische elementarische Feuermaterie hervor, und entweiche zugleich mit ihr. Von eben der ausbrechenden Feuermaterie rühre es auch ohnfehlbar her, daß die der Mischung anfänglich beygebrachte Wärme, während der allgemein entstandenen innern Bewegung, immer neuen Zuwachs bekomme, und in dem Grade unterhalten werde, bis endlich die ganze Aufschließung allmählig erfolgt sey. Die Entweichung dieser beyden flüchtigen Materien müsse aber auch nothwendig mit der fernern Abscheidung noch anderer Theile begleitet werden; und demnach geschehe es auch, daß nun die Ausscheidung des ätherischen brennbaren Geistes, der Säure und der übrigen gröbern schleimigen Mischung nachfolge. Diese im Innern des flüssigen Körpers nun einmal angefangene sichtbare Bewegung und Scheidung der Mi-

 schung

schung bringe alle Augenblicke in andern noch unaufgeschlossenen Theilen eben diesen bewegenden Austritt und Scheidung hervor; so wie eine jede aus dem brennenden Weingeiste oder andern brennbaren Körpern ausfahrende Flamme die zunächst sich befindenden brennbaren Theile immer ebenfalls wieder zu gleicher Auflösung und feurigen Ausbruch reize, und auf solche Art einen an einander hangenden Feuerstrom verursache; bis endlich nach und nach im ganzen Körper die Scheidung der von den elastischen Theilen abhangenden Mischung vollendet worden, welches sich durch die nachlassende innere Bewegung deutlich bemerken lasse, worauf nun die gröbern erdigschleimigen Theile sich zu Boden setzen, andere aber, die noch mit flüchtigen elastischen Theilen vermischt sind, sich auf die Oberfläche begeben; die sauren aber, nebst dem brennbaren Geiste, mit der zartern schleimigen Mischung vergesellschaftet in der hellen Flüssigkeit aufgelößt gefunden würden. Hiermit wäre nun die geistige Gährung vollbracht, woraus der in der übriggebliebenen flüssigen Mischung befindliche brennbare Geist, seiner flüchtigen Natur gemäß, vermittelst der Destillation abgeschieden werden könne.

Wenn man nun aber bey einer solchen vergohrnen Materie den darin zum Vorschein gekommenen Geist nicht achte, im Fall derselbe wegen seiner unbeträchtlichen Menge oder wegen anderer Unbequemlichkeiten die Abscheidung nicht belohne, und man gerades Weges aus der übergebliebenen Flüssigkeit den Essig bereiten wolle, so müsse wenigstens solche nunmehr von dem Bodensatz sorgfältig abgezogen, und entweder bloß für sich allein, oder nach Gutdünken durch einen Zusatz von einem sauren Fermente, an einem

einem warmen Orte in einem offen stehenden Gefäße von seiner noch anhängenden schleimigen Mischung befreyet werden. Diese Wirkung gehe sehr langsam vor sich, und erfordere verschiedene Monate, ehe sie vollbracht werde. Hiebey bemerke man gar keine ausweichende Luftbläschen mehr, sondern der ganze Saft verhalte sich vollkommen ruhig. Alle Veränderung, die man daran beobachte, bestehe darin, daß die Flüssigkeit nach und nach trübe werde, einen Bodensatz fallen lasse, vornämlich aber auf der Oberfläche eine glatte fest zusammenhaltende schleimige Haut absetze. Durch den Geruch aber entdecke man, daß von der ersten Zeit an, bis sich die Säure offenbare, ein geistiges Wesen beständig ausdunste. Wenn nun endlich der Saft eine ganz helle Durchsichtigkeit, nebst einem reinen sauren Geschmack erlangt habe, und sich auf der Oberfläche keine glatte Haut mehr absondere, so sey auch nun die saure Gährung vollendet, worauf der helle Essig auf ein reines bereits mit Säure geschwängertes Gefäß abgezogen und wohl verspundet werde.

Unter dieser Wirkung bringe der noch dabey befindliche Geist einen doppelten Nutzen; nämlich er verwahre den sauersalzig-schleimigen Saft vor dem Verderben, befördere aber auch selbst die Befreyung der Säure aus der schleimigen Verbindung; während dieser Dienstleistung aber entweiche er zugleich nach und nach in die Luft, und gehe also eigentlich in den Essig nicht mit ein, wie man sich bisher immer eingebildet habe. Aus diesem Grunde dürften auch eben die Fässe, die eine säuernde Flüssigkeit enthielten, nicht voll gefüllt werden, damit die Flüssigkeit eine ausgebreitete Oberfläche habe; und eben darum dürften

ten sie nicht zugespundet werden, damit der brennbare Geist daraus verdunsten könne; zu gleichem Endzwecke müsse auch die dicke Haut, die die ganze Oberfläche überziehe und die Entweichung des Geistes verhindere, so oft sie entstanden, zu Boden gestoßen werden.

Nachdem nun Wiegleb auf diese Art die allgemeinen Grundsätze der Gährung festgesetzt hat, so zeigt er insbesondere, wie man hiernach bey der Bereitung des Weins, Biers, Branntweins und Essigs zu Werke gehen müsse.

Was die Fäulniß betreffe, so mache sie eigentlich eben sowohl nur eine besonders geartete Gährung aus, wie die Wein- und Essiggährung, deren Unterschied lediglich nur in der Verschiedenheit der Grundtheile und Mischung desjenigen Körpers gegründet sey, in welchem diese Wirkung vorgehe.

Es bestehe aber eigentlich die Fäulniß in denjenigen Körpern, worin eine oder die andere, oder auch beyde Arten, die saure und geistige Gährung, vorhergegangen, in der gänzlichen zerstörenden Aufschließung der bis hieher noch übriggebliebenen unaufgeschlossenen Mischungen, die beyde Arten ausgehalten hätten. Vornämlich betreffe solches hier die eigentliche schleimige Mischung, und wenn die Säure nicht zuvor ausgeschieden und abgesondert worden, diese auch selbst mit. Wo jene beyden Arten aber, nach der natürlichen Beschaffenheit des Körpers, nicht vorfallen könnten, da geschehe durch sie einzig und allein die zerstörende Aufschließung dieser Körper. Sie sey also kürzlich das allgemeine und vollkommene zerstörende Auflösungsmittel von allem, was zur organischen Mischung gehöre.

Gleich-

Gleichwie nun aber diese Mischung sehr verschieden sey, eben so werde man auch allemal die Umstände bey der faulen Gährung verschieden finden. Denn fast bey einem jeden Körper seyen die dabey vorkommenden Erscheinungen verschieden; anders faule das Fleisch, anders das Blut, anders der Urin, anders die Milch, anders die Galle, anders die Kräuter, anders das Obst, und wieder anders das Holz; eine jede Fäulniß von diesen habe ihren eigenen Geruch; auch gehe immer eine Materie vor der andern geschwinder in Fäulniß.

Wo diese Auflösung einmal in einer Mischung anfange, da könnten ihr auch keine von den lockerern mehr zusammengesetzten Mischungen widerstehen; alle ölige, fettige, schleimige Theile, und die sauersalzige Mischung selbst würden durch sie zerstört. Nur allein das feuerbeständige und flüchtige Alkali, wie auch andere Arten Mittelsalze und etwa dabey befindliche Mineralsäuren, so wie die Grunderde, als Wesen von einer einfachern und festern Mischung, seyen die einzigen Ueberbleibsel, über welche die faulende Gährung keine zerstörende Macht zu besitzen scheine.

Wasser, Wärme und Luft, seyen die vornehmsten Beförderungsmittel der Fäulniß, und die in der Natur überall bereitliegenden Werkzeuge. Wir hätten also gar nicht nöthig, zu ihrer Beförderung gewisse Regeln aufzusuchen; die Natur verfehle in ihrem freyen Laufe ihre letzte große Absicht niemals. Vielmehr aber hätten wir Ursache, beständig wider sie zu streiten, da sie das schädlichste Gift aller organischen Geschöpfe sey, wovon doch ein jedes schon den Keim des Verderbens bey sich führe; daher könnten wir

wir es endlich doch nicht verhindern, daß sie uns überwinde. Ihre ganze Erkenntniß müßten wir lediglich dahin anzuwenden suchen, wie wir sie so lange als möglich verhindern könnten. Zu dem Ende scheine es nothwendig zu seyn, daß wir erst eine wahre Erkenntniß von ihr zu erlangen suchen müßten, wie sie entstehe und vor sich gehe.

Eine als richtig erkannte Wahrheit sey es, daß die Fäulniß eine wirkliche Gährungsart sey, wodurch besonders geartete Mischungen aufgeschlossen würden, und wobey das Wasser, wie bey jenen Arten, das nothwendigste Hülfsmittel ausmache. Diese besonders gearteten Mischungen müßten wir nun etwas näher betrachten, um die in ihnen vorgehende Gährungsart näher kennen zu lernen. Es würden darunter alle diejenigen Mischungen verstanden, die durch die geistige und saure Gährung nicht aufgeschlossen werden können; sie würden zusammen unter der salzig-schleimigen Mischung begriffen.

Wenn man nun diese sich selbst überlasse, und, um alles recht deutlich beobachten zu können, solche in einen flüssigen Zustand versetzt habe, so beobachte man hier eben, wie bey einer geistigen Gährung: die ausbrechende Luft gebe sich durch Blasen auf der Oberfläche zu erkennen, die Flüssigkeit werde trübe, es weiche ein stinkender Geruch davon, ein Schlamm setze sich zu Boden, und die Oberfläche werde mit einem ebenfalls faulenden stinkenden Schleim überzogen, der nach und nach immer trockener werde, der erdigen Natur näher komme, und sich zu Boden setze; die Feuchtigkeit dunste endlich alle in die Luft, und hinterlasse nichts als eine todte Erde, welche das fixe Salz enthalte, das in derselben Mischung seiner Natur

tur nach gewesen wäre. Untersuche man ferner, was dasjenige sey, das als ein stinkender Geruch entweiche, indem man hierzu einen solchen in Fäulniß stehenden Körper in ein Destillirgefäße einschließe, und davon alle Feuchtigkeit bis zur Trockniß abziehe, so finde es sich, daß es eigentlich das flüchtige Alkali sey, das unter dieser verlarvten Gestalt größtentheils entweiche.

Dieß sey die Beschreibung des wahren Erfolgs bey der Fäulniß, woraus klar erhelle, daß alles, was hiebey vorgehe, nichts anders als Scheidung sey, die mit der Entweichung der Luft aus der schleimigen Mischung hier ebenfalls, wie bey der geistigen Gährung ihren Anfang nehme, und bis zur gänzlichen Zerstörung aller Mischungen fortdaure.

Auch müsse man den Essig selbst noch als eine solche zusammengesetzte Mischung betrachten, die durch die Fäulniß zerstört werden könne; denn er enthalte außer seiner eigenthümlichen Säure immer noch eine zarte Schleimigkeit, und auch dabey noch wirkliches flüchtiges und fixes Alkali. Selbst auch die eigentliche reine Säure des Essigs, worunter er den destillirten versteht, sey immer noch eine solche zusammengesetzte Mischung, aus einer zwar zartern Schleimigkeit, flüchtigem Alkali und der besondern Säure bestehend.

Da man nun aus dem beschriebenen Vorgange während der Fäulniß ersehen könne, und alle Urtheile der neuern Naturforscher darin übereinkämen, daß der Anfang der Fäulniß auf der Entweichung der natürlicher Weise dergleichen Körpern einverleibten Luft beruhe, und daß sie ihr eigentliches Bildungs- und Erhaltungsmittel sey; da man ferner aus dem vorhergehenden

den deutlich erkenne, daß der Weingeist und die Säure der faulenden Gährung am meisten widerstehen; so dürfe man wohl nicht unbillig diese Erkenntniß sehr wichtig nennen, deren rechte Anwendung für das menschliche Geschlecht von den wohlthätigsten Folgen werden könne.

Aus diesem Angeführten erhellt, daß Wiegleb zwar schon richtigere Begriffe von dem Gährungsgeschäffte hatte, als Stahl und diejenigen, welche dessen Grundsätze angenommen hatten; allein seine Theorie ist noch sehr weit von der Vollkommenheit entfernt. Es war ihm noch gänzlich unbekannt, wie hiebey Wasser, Wärme und Luft wirken. Nicht lange darnach aber ward dieß mit einiger Wahrscheinlichkeit etwas bekannter, wie in der Folge gezeigt werden soll.

Siebentes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität.

Versuche mit Körpern, welche die Elektricität beweisen, nebst verschiedenen Bemerkungen über die Elektricität.

Hawksbee hatte bereits verschiedene wichtige Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität gemacht, und dadurch Veranlassung zu weitern Untersuchungen gegeben. Gleichwohl wurde aber diese Lehre gegen zwanzig Jahre unterbrochen, und zwar zu einer Zeit, da man bemüht war, alle Theile der Wissenschaften zu einem höhern Grade der Vollkommenheiten zu bringen. Die Ursache hievon war wohl ohne

ohne Zweifel keine andere als diese, daß die größten Physiker auch die größten Mathematiker waren, welche sich mehr mit Bestreitung und Ausbildung der Newton'schen Theorie und Vervollkommnung der nicht lange vorher entdeckten Rechnung des Unendlichen beschäftigten.

Erst nach dieser Zeit fieng Stephan Gray von neuem wieder an, diesen Gegenstand mit unermüdetem Fleiße zu bearbeiten [h]). Er hatte bey den mit einer gläsernen Röhre und mit einer an das Ende eines kleinen Stabes angebundenen Pflaumfeder angestellten elektrischen Versuchen öfters bemerkt, daß, als die Fäserchen derselben nach der Röhre zu angezogen waren, diese beym Wegführen der Röhre an dem Stäbchen hängen blieben, als wenn dieses ein elektrischer Körper gewesen oder als wenn dem Stäbchen oder der Pflaumfeder einige Elektricität mitgetheilt worden wäre. Dieß brachte ihm auf den Gedanken, ob nicht etwa die Feder, wenn sie durch seine Finger gezogen würde, dieselbe Wirkung äußern möchte. Beym ersten Versuche gelang ihm dieß; die Fäserchen der Pflaumfeder wurden von seinem nahe daran gehaltenen Finger angezogen, und bisweilen ward der obere Theil der Feder mit ihren Stielen ebenfalls angezogen. Das nämliche fand er auch an folgenden Substanzen: Haare, Seide, Linnen, Wolle, Papier, Leder, Holz, Pergament und Rindsdarm, worin Goldblätter geschlagen worden. Alle diese Stoffe machte er sehr warm, und einige derselben ganz heiß, bevor er sie rieb. Er bemerkte, daß aus der Seide und dem Linnen, insbesondere aber aus einem Stücke Druckpapier, welches mit dem Kar-

h) Philos. Transact. 1731. 1732.

Kartenpapier von gleicher Beschaffenheit ist, Licht im Dunkeln hervorkam. Diese Substanz brachte nicht nur, wenn sie so heiß war, als es seine Finger ertragen konnten, ein Licht hervor, sondern es kam auch, wenn er seine Finger nahe daran hielt, ein Licht zum Vorschein, welches mit einem Knistern begleitet war, gleich demjenigen, das durch eine gläserne Röhre, wiewohl nicht in einer so großen Entfernung von dem Finger, hervorgebracht ward. Dieser Versuch leitet auf eine sehr wichtige Entdeckung in der Elektricität; nämlich, die Mittheilung dieser Kraft von elektrischen Körpern an Körper, bey welchen man dieselbe durch Reiben nicht hervorbringen kann; wie auch zur genauern Unterscheidung elektrischer Körper von nichtelektrischen. Diese Entdeckung ward auf folgende Art gemacht.

Im März 1729. erinnerte sich Gray nach einigen fruchtlosen Versuchen, Metalle durch Erhitzen, Reiben und Hämmern anziehend zu machen, an eine gewisse Vermuthung, die er seit einigen Jahren gehegt hatte, daß nämlich eine gläserne Röhre, wenn sie im Finstern gerieben ward, ihr Licht verschiedenen Körpern mittheilte, und denselben zugleich auch eine Elektricität gab, worunter man bisher bloß die Kraft, leichte Körper anzuziehen, verstanden hatte. Zu dieser Absicht ließ er sich eine Röhre machen, welche 3 Fuß 5 Zoll lang war und beynahe 1 und $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchschnitte hatte, und versah jedes Ende mit einem Korkstöpsel, damit, wenn die Röhre ungebraucht blieb, kein Staub hinein kommen könnte. Die ersten Versuche, welche er bey dieser Gelegenheit anstellte, hatten zur Absicht, zu versuchen, ob er etwa einen Unterschied beym Anziehen der Röhre bemerken könne,

wenn dieselbe an beyden Enden verstopft war, oder wenn sie gänzlich offen stand; allein er konnte keinen merklichen Unterschied bemerken. Indessen ereignete sich bey diesem Versuche, daß, als er eine Pflaumfeder dem obern Ende der Röhre gegen über hielt, er fand, daß dieselbe nach dem Stöpsel hin flog, indem sie von demselben eben so angezogen und zurückgestoßen ward, als von der Röhre selbst. Hierauf hielt er die Feder dem flachen Ende des Stöpsels gegen über, und bemerkte, daß sie verschiedene mal nach einander angezogen und abgestoßen ward, worüber er sich verwunderte und zugleich daraus schloß, daß von der elektrisch gemachten Röhre dem Stöpsel wirklich eine anziehende Kraft mitgetheilt worden sey.

Hiernächst steckte er eine elfenbeinerne Kugel auf einen fichtenen Stab, der ungefähr 4 Zoll lang war, und fand, als er das andere Ende desselben in den Kork hinein steckte, daß die Kugel sogar weit stärker, als es der Kork gethan hatte, die Feder anzog und abstieß, indem sie das Anziehen und Abstoßen verschiedenemal wiederholte. Nachher steckte er die Kugel auf lange Stäbe und auf Messing- und Eisendrath, und fand den nämlichen Erfolg; er bemerkte aber, daß die Feder von dem Drathe, unerachtet er ihn sehr nahe an die Röhre hielt, nie so stark angezogen ward, als von der Kugel an dessen Ende.

Wenn er einen etwas langen Drath gebrauchte, so ward durchs vorgenommene Reiben mit der Röhre ein Schwanken in ihm verursacht, und dadurch die Arbeit beschwerlich: dieses brachte dem Herrn Gray auf den Gedanken, ob nicht etwa, wenn die Kugel an einem Bindfaden befestigt, und mittelst einer

ner Schleife an der Röhre aufgehängt würde, die Elektricität längst dem Faden hinab nach der Kugel geleitet werden könnte, welches auch, wie er erwartete, wirklich erfolgte. Auf diese Art hieng er verschiedene Körper an seine Röhre, und fand, daß sie insgesammt auf gleiche Weise Elektricität anzunehmen fähig waren. Nachdem er diese Versuche mit den leichtesten Rohr- und Schilfstäben unternommen hatte, stieg er auf einen 26 Fuß hohen Balcon, befestigte eine Schnur an seine Röhre, und fand, daß die Kugel am Ende derselben leichte Körper, welche unten auf dem Hofe lagen, anzog. Hierauf stieg er noch höher, steckte seine langen Rohrstäbe in das Ende seiner Röhre, befestigte eine lange Schnur an das Ende der Rohrstäbe, und versuchte, die Elektricität in weit größern Entfernungen, als vorher geschehen war, zu führen, bis er, nachdem er sie nicht ferner senkrecht fortleiten konnte, zuletzt versuchte, sie horizontal fortzuleiten; und aus diesen Versuchen entstand eine Entdekkung, welche er beym Anfange im geringsten nicht vermuthete.

Bey der ersten Probe machte er an jedes Ende eines Bindfadens eine Schleife, vermittelst welcher er ihn mit dem einen Ende an einen Nagel, der in einen Balken eingeschlagen war, aufhieng, so daß das andere Ende herab hieng. Durch die herabhängende Schleife steckte er die Schnur, woran seine elfenbeinerne Kugel befestigt war, und brachte das andere Ende derselben, durch eine Schleife, an seiner Röhre an, so daß auf solche Art ein Theil der Schnur, längst welcher die Elektricität hinab geleitet werden sollte, derjenige nämlich, woran die Kugel befestigt war, senkrecht hieng, der übrige Theil der Schnur aber

aber horizontal lag. Nach dieser Vorrichtung brachte er das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, und rieb die Röhre, wobey sich aber nicht das geringste Zeichen eines Anziehens äußerte. Hieraus schloß er, daß, wenn die elektrische Kraft bis an die Schleife des Bindfadens, welcher am Balken hieng, käme, sie in denselben hinauf nach dem Balken zu gienge, und nichts davon, oder nur sehr wenig, hinab zur Kugel käme; jedoch konnte er damals keine Methode, wie dieses zu verhindern wäre, erdenken.

Als nun Gray im Jun. 1729 den Herrn Wheeler, um bey ihm Versuche zu machen, besuchte, und dergleichen von den größten Höhen aus, welche das Haus gestattete, angestellt hatte, ward Wheeler begierig zu untersuchen, ob sie nicht etwa die elektrische Kraft in einer größern Entfernung horizontal leiten könnten. Gray erzählte ihm damals seinen fruchtlos abgelaufenen Versuch, welchen er zu dieser Absicht angestellt hatte; worauf Wheeler den Vorschlag that, die zu elektrisirende Schnur, statt an einen Bindfaden, an einen seidenen Faden zu hängen; und Gray sagte ihm, daß dieses in Ansehung seiner Dünne allerdings besser seyn dürfte, indem wahrscheinlich weniger Kraft längst demselben davon gehen würde, als bey der dikken hanfenen Schnur, welche er vorher gebraucht hatte, geschehen war. Durch dieses Mittel gelang es ihnen weit über ihre Erwartungen.

Der erste Versuch, welcher hiernach angestellt wurde, geschah auf einer mit Matten bedeckten Gallerie in Wheeler's Hause am 2. Jul. 1729 ohngefähr um 10 Uhr Vormittags. Ohngefähr 4 Fuß von dem Ende der Gallerie zogen sie eine Schnur

 quer

quer über den Platz hinweg. Der mittlere Theil dieser Schnur war Seide, das übrige Bindfaden. Alsdann legten sie die Schnur, woran die elfenbeinerne Kugel hieng und wodurch die elektrische Kraft zu derselben von der Röhre geleitet werden sollte, und welche $80\frac{1}{2}$ Fuß lang war, quer über diese seidene Schnur, so daß die Kugel ohngefähr 9 Fuß unter derselben hieng. Das andere Ende der Schnur war vermittelst einer Schleife an die Röhre befestigt, welche sie am andern Ende des Platzes durch Reiben elektrisch machten. Nach dieser Vorbereitung legten sie das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, wo alsdann, beym Reiben der Röhre, dasselbe angezogen, und eine Zeitlang in der Luft frey schwebend gehalten ward.

Da ihnen die Gallerie nicht erlaubte, eine einfache Communicationsschnur länger zu ziehen, so versuchten sie, die Schnur wieder umzukehren, und machten sie also beynahe zweymal so lang, als die Gallerie war, oder ohngefähr 147 Fuß, welches vollkommen gut von statten gieng. Da sie aber vermutheten, daß das Anziehen stärker ausfallen dürfte, wenn die Schnur nicht zurückgeführt würde; so bedienten sie sich einer Schnur, welche 124 Fuß lang war, und gerade aus in die Scheuer gieng; da sie alsdenn, ihrer Erwartung gemäß, das Anziehen stärker fanden, als wenn die Schnur auf der Gallerie wieder zurückgeführt worden war.

Nachdem sie am 3. Jul. mit mehreren Zurückführungen der Schnur beschäftigt waren, begab es sich, daß die Seide, welche dieselbe hielt, zerriß, indem sie das Gewicht davon nicht tragen konnte, da sie von der Bewegung, welche sie durch das Reiben

ben der Röhre bekam, erschüttert ward. Bey diesem Vorfalle suchten sie dasselbe, statt der seidenen Schnur, von einem dünnen Eisendrathe tragen zu lassen; und da dieser ebenfalls riß, bedienten sie sich eines etwas dickern Messingdrathes. Dieser Drath nun trug zwar die Communicationsschnur sehr gut, kam aber ihrer Absicht nicht zu statten, indem beym Reiben der Röhre keine Elektricität an dem Ende der Schnur bemerkt ward, denn sie war insgesammt durch den Messingdrath, welcher dieselbe trug, davon gegangen. Sie nahmen Messingdrath deßwegen, damit sie gehörige Festigkeit erhielten, ob er gleich nicht dicker als die seidene Schnur war; eben so wählten sie vorher seidene Schnüre statt des hänfenen Bindfadens, weil sie jene fester und doch dünner als diesen haben konnten. Allein der Ausgang dieses Versuchs überzeugte sie, daß der glückliche Erfolg desselben auf die tragende Schnur, in so fern sie Seide war, nicht aber, wie sie sich eingebildet hatten, in so fern dieselbe dünn war, ankam. Denn die elektrische Kraft gieng durch den dünnen Messingdrath mit derselben Macht davon, wie es bey der dicken hänfenen Schnur geschehen war.

Als sie daher genöthigt waren, ihre seidene Schnüre wieder hervor zu nehmen, suchten sie dieselben so einzurichten, daß sie sehr lange Strecken der hänfenen Communicationsschnur aushielten; und leiteten wirklich die elektrische Kraft 765 Fuß weit, ohne daß die Wirkung durch die weite Entfernung merklich geschwächt worden wäre.

Auf dieselbe Art, wie man Seide als einen Nichtleiter fand, bemerkte man, sehr wahrscheinlich um dieselbe Zeit, die nämliche Eigenschaft auch am

Haar, Harze, Glase, und vielleicht an einigen andern elektrischen Körpern, unerachtet wir einer solchen Entdeckung nirgends erwähnt finden; denn Gray bediente sich derselben, um die Körper, die er elektrisirte, schwebend zu erhalten.

Hierauf beschäftigten sie sich mit Versuchen, wie breite Oberflächen mit den elektrischen Ausflüssen geschwängert werden könnten, indem sie eine breite Landcharte, ein Tischtuch u. d. gl. elektrisirten. Sie leiteten auch die elektrische Kraft auf verschiedene Wege zugleich, und zwar auf jeden Weg ziemlich weit hinaus.

An den magnetischen Ausflüssen bemerkten sie, daß diese den elektrischen nicht im geringsten entgegen waren; denn wenn sie den Magnet mit einem daran hangenden Schlüssel elektrisirt hatten, zogen Beyde Metallblättchen, eben so wie andere Substanzen.

Einige Zeit darauf elektrisirte Wheeler, in Abwesenheit des Herrn Gray, einen glühend heißen eisernen Stecken, und fand das Anziehen eben so stark, wie bey einem kalten. Auch hieng er ein lebendes kleines Huhn mit den Füßen an die Röhre, und fand die Brust desselben stark elektrisch.

Im Monate August 1729 fuhr Gray in seinen elektrischen Operationen fort. Er fand, daß er die elektrische Kraft von der Röhre zur Communicationsschnur, ohne dieselbe zu berühren, leiten konnte, und daß das nahe daran Halten der durch Reibung elektrisch gemachten Röhre vollkommen hinreichend war. Da er seine vorigen Versuche mit dieser dabey getroffenen Veränderung gemeinschaftlich mit Wheeler wiederholte, und unter andern die elektrische Kraft auf ver-

verschiedene Wege zugleich, ohne Berührung der Schnur, führte, bemerkten sie allemal, daß das Anziehen an dem von der Röhre entferntesten Orte am stärksten war.

Zu einer andern Zeit stellten Wheeler und Gray gemeinschaftlich einige Versuche an, um zu erkennen, ob das Anziehen mit der Quantität der Materie in Körpern in einem genauen Verhältnisse stände. Zu dieser Absicht elektrisirten sie einen dichten Würfel von Eichenholz, und einen andern eben so großen aber hohlen Würfel; allein sie konnten keinen Unterschied in ihrer anziehenden Kraft wahrnehmen, obgleich, nach des Herrn Gray's Meynung, die elektrischen Ströme durch alle Theile des dichten Würfels hindurch giengen.

Hierauf verbesserte Gray seine elektrische Vorrichtung, indem er fand, daß er eine Ruthe so gut wie einen Drath elektrisiren konnte, ohne etwas davon in seine durch Reiben elektrisch gemachte Röhre zu stecken. Er nahm eine große Stange, welche 27 Fuß lang war, an dem einen Ende $2\frac{1}{2}$, und am andern $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchschnitt hatte. Es war eine Art Holz, welches man Horse-beech nennt, und mit seiner Rinde versehen. Diese Stange hieng er horizontal an härnen Schnüren auf; an das dünne Ende der Stange hieng er einen Kork mittelst eines ungefähr 1 Fuß langen Bindfadens, und legte ein bleyernes Kügelchen auf den Kork, um den Bindfaden ausgedehnt zu erhalten. Wenn alsdenn die Metallblättchen unter den Kork gelegt wurden, und die Röhre gerieben und dem dicken Ende der Stange nahe gehalten ward, so zog der Korkball an dem entgegengesetzten Ende die Metallblättchen zur Höhe ei-

nes Zolls und darüber mit Macht an sich. Auch bemerkte Gray, daß das Metallblättchen zwar von irgend einem Theile der Stange angezogen ward, jedoch bey weitem nicht so stark, wie von dem Korke.

Ferner stellte Gray Versuche an, um zu zeigen, daß die elektrischen Ströme sowohl in einem Kreise als längst Schnüren geführt, und von einem Kreise zum andern fortgebracht werden könnten, und zwar ohne Unterschied, es mochten die Kreise vertikal oder horizontal seyn. Ferner fand er, daß mehrere Körper dieselbe Eigenschaft besaßen, worunter er aber nur der trockenen Blätter verschiedener Bäume Erwähnung thut. Er schloß hieraus, daß die Blätter aller Gewächse dergleichen anziehende Kraft besäßen.

Unter die besonders merkwürdigen elektrischen Versuche des Herrn Gray gehören diejenigen, die er mit Flüssigkeiten und thierischen Körpern anstellte. Er lößte im März 1730 Seife in Themsewasser auf, hielt eine Tobakspfeife hinein, bließ zum Kopfe derselben eine Blase heraus, brachte die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre an das dünne Ende derselben, und bemerkte, daß die Blase Metallblättchen zur Höhe von 2 und 4 Zoll anzog.

Nachher hieng er einen Knaben an härnen Schnüren in einer horizontalen Lage auf, eben so wie vorher alle Elektrisirer ihre hänfene Communicationsschnüre und ihre hölzernen Stäbe aufzuhängen pflegten; als er hierauf die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre an dessen Fuß hielt, nahm er wahr, daß die Metallblättchen mit vieler Lebhaftigkeit von dessen Kopfe angezogen wurden, so daß sie 8 und bisweilen 10 Zoll hoch in die Höhe flogen. Ward das Metallblättchen unter seinem Fuß gelegt, und die Röhre

an

an seinen Kopf gehalten, so war das Anziehen nur gering. Gray unterstand sich nicht, eine Ursache dieser Erscheinungen anzugeben. Indessen ließ er die Elektricität an verschiedenen Theilen des Körpers zugleich wirken, so wie auch an den Enden langer Stäbe, welche er den Knaben in seinen Händen halten ließ, wobey er den Versuch auf mannichfaltige Art abänderte. Gray zog hieraus die Folge, daß thierische Körper eine größere Menge elektrischer Flüssigkeiten annehmen, als andere Körper, und daß sich dieselbe von ihnen, auf verschiedene Arten zugleich, in beträchtliche Entfernungen leiten läßt.

Bey allen diesen Versuchen bemerkte Gray, daß die Metallblättchen von dem Obertheile eines schmalen Ständers zu einer weit größern Höhe angezogen wurden, als von dem Tische; und wenigstens dreymal höher, als wenn es auf dem Fußboden des Zimmers gelegt ward.

Um diese Zeit theilte Gray der königlichen Societät seine Vermuthung mit, daß Körper, nach Beschaffenheit ihrer Farbe, mehr oder weniger anzögen, obgleich die Substanz einerley, und das Gewicht und die Größe gleich wären. Er versichert beobachtet zu haben, daß Roth, Orange und Gelb wenigstens drey- bis viermal stärker anzogen, als Grün, Blau und Purpur; er versprach aber einen umständlichern Bericht davon nicht eher mitzutheilen, als bis er eine genauere Methode versucht hätte, welche er zur Anstellung dieser Versuche ausfindig gemacht hatte. Dieß sein Versprechen blieb aber unerfüllt. Die Sache selbst war eine bloße Täuschung, wie aus einigen nachfolgenden Versuchen, welche du Fay anstellte, erhellen wird.

Nach-

Nachdem nun Gray gefunden hatte, daß einer Blase von Seifenwasser die Elektricität mitgetheilt werden konnte, so ward er dadurch aufgemuntert, eben dieses auch mit dem Wasser selbst zu untersuchen. Zu dieser Absicht elektrisirte er eine auf einen Harzkuchen oder auf eine Glasscheibe gestellte hölzerne Schüssel mit Wasser, und bemerkte, daß, wenn ein Stückchen Drath, ein Schnittchen dünn Papier, oder ein Stück von einer Glasscheibe, in einer horizontalen Stellung, in der Entfernung von 1 Zoll oder etwas weiter, über das Wasser gehalten ward, dieselben nach der Oberfläche des Wassers angezogen, und nachher wieder zurückgetrieben wurden; er glaubte aber, daß dieses Anziehen und Zurückstoßen nicht so oft erfolgen könnte, als es wirklich geschehen seyn würde, wenn der Körper dicht gewesen wäre. Nachher suchte er aber die Wirkung der Elektricität auf das Wasser noch auf eine andere Art zu zeigen. Er füllte nämlich ein Becherchen mit Wasser bis über den Rand an; und da er eine durch Reiben elektrisch gemachte Röhre in einer Entferuung von ohngefähr 1 Zoll und drüber über selbiges hielt, so sahe er, daß sich zuerst über der Oberfläche ein kleiner Wasserberg erhob, und zwar in einer konischen Form, auf dessen Gipfel im Dunkeln ein Licht hervorkam, wobey zugleich ein Knistern zu hören war, das beynahe demjenigen gleich kam, welches entstand, wenn der Finger nahe an die Röhre gehalten ward. Hiebey fiel der Berg, wie er sich ausdrückt, in den übrigen Theil des Wassers hinein, und brachte dasselbe in eine zitternde und wellenförmige Bewegung.

Nachdem er diesen Versuch beym Sonnenscheine wiederholte, fand er, daß ganz kleine Wassertheilchen

chen von dem Obertheile des Berges in die Höhe fuhren, und daß bisweilen ein feiner Wasserdunst, wie ein Springbrunnen, von dem Gipfel des Kegels in die Höhe sprang, woraus ein feiner Strahl hervorkam, dessen Theile so klein waren, daß man sie kaum erkennen konnte; indessen, sagt er, war es gewiß, daß es sich so verhalten mußte, weil der untere Theil der Röhre feucht war, wenn er sie nachher gerieben habe. Er setzt hinzu, daß er seit der Zeit noch wahrgenommen habe, daß, ungeachtet ein solcher Wasserstrahl nicht allemal aufsteige, doch beständig ein Strahl unsichtbarer Theile an die Röhre hinauf gebracht werde, und zwar bisweilen so stark, daß er daran ganz deutlich zu sehen sey.

Gebrauchte er einige von den größern Bechern dazu, welche er so hoch als möglich, ohne überzulaufen, anfüllte, so ward der mittelste Theil der Oberfläche, welcher flach war, bey Annäherung der Röhre concav niedergedruckt, und die Theile nach dem Rande zu in die Höhe gehoben; und wenn er die Röhre der Seite des Wassers gegen über hielt, kamen kleine konische Hervorragungen von Wasser aus demselben horizontal hervor, welche nach erfolgtem Knistern wieder in den übrigen Theil des Wassers zurückfielen; auch wurden bisweilen kleine Theilchen davon, so wie von den vorerwähnten kleinen Theilen desselben, abgeworfen.

Er wiederholte diesen letztern Versuch mit heißem Wasser, und fand, daß dasselbe weit stärker, und in einer größern Entfernung, wie zuvor, angezogen ward. Der aus dem Gipfel aufsteigende Dunst war in diesem Falle sichtbar, und die Röhre war mit großen Wassertropfen bespritzt.

Auf

Auf gleiche Art stellte er diese Versuche mit Quecksilber an, und es ward selbiger ebenfalls in die Höhe gehoben, jedoch nicht so hoch, wie das Wasser, dagegen war aber das Knistern lauter, und dauerte weit länger, als mit dem Wasser.

Sonst bildete er sich noch ein, eine anhaltende und fortdauernde anziehende Kraft an allen elektrischen Körpern entdeckt zu haben, welche, um erregt zu werden, weder das Erhitzen, noch Reiben, noch irgend eine Art von Streichen nöthig hätte. Folgende Versuche bewiesen, seiner Meynung nach, diese Entdeckung.

Er nahm 19 verschiedene Substanzen, welche theils aus Harz, Gummilack, Plattlack, gelb Wachs, Schwefel, Pech, theils zwey oder drey derselben verschiedentlich zusammengesetzt waren. Diese schmolz er in einem kugelrunden eisernen Löffel, den Schwefel ausgenommen, welcher am besten in ein gläsernes Gefäß gethan ward. Als dieselben aus dem Löffel genommen, und ihre runden Oberflächen hart geworden waren, zogen sie nicht eher an, als bis die Hitze nachgelassen hatte, oder bis sie zu einem gewissen Grade der Wärme kamen, da alsdann ein geringes Anziehen bemerkt ward, welches mit zunehmender Erkaltung der Substanz immer stärker, und zuletzt gar beträchtlich ward.

Die Art, wie er diese Materien in einem Zustande des Anziehens erhielt, bestand darin, daß er dieselben irgend worin einwickelte, wodurch der Zutritt der äußern Luft abgehalten ward. Anfänglich bediente er sich zu den kleinen Körpern eines weißen Papiers, und zu den größern eines weißen Flanells; nachher aber fand er schwarze gestrickte Strümpfe

pse eben so gut dazu. Nachdem sie auf solche Art eingehüllt waren, that er sie in eine große feste Büchse, worin sie so lange aufbehalten wurden, bis er Gelegenheit hatte, sie zu gebrauchen.

Auf diese Körper gab er 30 Tage lang Acht, und fand, daß sie beständig von einer so lebhaften Wirkung waren, wie am ersten oder zweyten Tage, und daß sie ihre Kraft bis zu der Zeit, da er dieses schrieb, behalten hatten, da doch einige derselben bereits vor vier Monaten auf erwähnte Art zubereitet worden waren.

Am meisten redet er von einem großen Kegel aus steinhartem Schwefel, welcher mit einem Trinkgeschirre, worin man ihn gestoßen hatte, umgeben war; und meldet, daß allezeit, wenn das Glas davon abgenommen ward, derselbe eben so stark anzog, wie der Schwefel, welcher in der Büchse bedeckt aufbehalten ward. Bey schöner Witterung zog das Glas ebenfalls, wiewohl nicht so stark wie der Schwefel, an, als welcher diese Kraft allemal äußerte, es mochte auch der Wind oder das Wetter noch so veränderlich seyn; da hingegen bey allen übrigen Körpern bloß bey feuchtem Wetter das Anziehen nicht so stark war, wie bey schönem.

Gray gedenkt auch eines Kuchens von geschmolzenem Schwefel, welchen er ohne einige Umhüllung an demselben Orte mit dem vorhin angeführten Körper, wo die Sonne nicht hinscheinen konnte, aufbewahrte, und meldet, daß derselbe noch bis zur Zeit, da er dieses niederschrieb, seine Kraft äußerte; daß aber dessen Anziehen nicht den zehnten Theil so stark war, wie das von dem bedeckten Schwefelkegel.

Die

Die Versuche dieses Anziehens stellte er mittelst eines am Ende eines Stabes herabhangenden feinen Fadens an. Den elektrischen Körper hielt er nämlich in der einen und den Stab in der andern Hand, und er konnte das Anziehen in einer so großen Entfernung, wie er denselben nur halten konnte, bemerken.

Eine andere Reihe von Versuchen, welche die Herren Gray und Wheeler gemeinschaftlich angestellt hatten, und mit einigen Hawksbee'schen von gleicher Art sind, ist kürzlich folgende:

Zuerst unternahm Gray einige Versuche, welche bereits lange vorher Boyle mit einem durch Reiben elektrisch gemachten Glase und verschiedenen andern Körpern im luftleeren Raume angestellt hatte. Er fand, daß diese Körper beynahe in gleicher Entfernung, wie an der freyen Luft, anzogen. Um hievon eine nähere Kenntniß zu erhalten, hieng er die durch Reiben elektrisch gemachte Substanz unter der Glocke einer Luftpumpe auf, und ließ, nach herausgepumpter Luft, die elektrische Substanz bis zu einer gewissen Entfernung von einigen unten auf einem Gestelle hingelegten leichten Körpern nieder. Der Erfolg war, so viel sich urtheilen ließ, im luftleeren Raume eben derselbe, wie an der freyen Luft, wenn der Versuch unter derselben Glocke angestellt und die elektrische Substanz in einem gleichen Zeitraume nach dem vorgenommenen Reiben an die leichten Körper gebracht ward.

Zu Ende des Augusts 1732 hiengen Gray und Wheeler einen weißen Faden an den obersten Theil einer Glocke, so daß er bis in die Mitte derselben herabhieng. Als sie hierauf die Luft aus der Glocke gepumpt und die Glocke gerieben hatten, ward

ward der Faden mit Macht angezogen. Nachdem er nun wieder ruhig war und senkrecht herab hieng, zog ihn die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre an sich; und wenn die Röhre sachte hinweg genommen ward, bekam der Faden seine senkrechte Richtung wieder; ward hingegen die Röhre geschwind hinweg gebracht, so sprang der Faden nach der entgegengesetzten Seite der Glocke zu. Diese letztere Wirkung erfolgte auch, wenn die Hand geschwind von der Glocke weggezogen ward. Anfänglich kam ihnen dieses in beyden Fällen seltsam vor; bey genauerer Ueberlegung aber schlossen sie, daß es von der durch die Röhre oder Hand verursachten Bewegung der Luft herrühren müßte, welche das Anziehen auf dieser, aber nicht auf der andern Seite, verhinderte. Auch fanden sie, daß eine durch Reiben elektrisch gemachte Röhre den Faden durch eine andere Glocke hindurch, welche über diejenige, worin er sich aufgehängt befand, gesetzt ward, anzog. Einige Zeit nachher bemerkte Wheeler, daß der Faden durch fünf über einander gestellte Glocken, welche sämmtlich luftleer waren, angezogen ward. Er glaubte sogar zu bemerken, daß in diesem Falle das Anziehen noch stärker war, als wenn man eine einzige Glocke brauchte.

Um dieselbe Zeit stellten diese beyden Herren einen Versuch an, welcher, wie sie sagten, zeigte, daß das Anziehen durch undurchsichtige sowohl, als durchsichtige Körper, auch in keinem luftleeren Raume, mitgetheilt würde. Sie nahmen eine Schelle, aus welcher sie den Klöpsel herausgenommen hatten, hängten einen mit Honig bestrichenen Kork oben an dieselbe an, und setzten sie auf ein Stück Glas, worauf sie einige Metallblättchen gelegt hatten. Alsdenn

ward die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre verschiedenen Theilen der Glocke nahe gehalten. Nachdem nun dieselbe abgehoben wurde, fand man verschiedene Stücke der Metallblättchen an dem Korke anklebend, andere hingegen von ihren Stellen verruckt, indem sie aller Wahrscheinlichkeit nach von der Glocke angezogen worden waren.

Gray elektrisirte einen auf Harzkuchen stehenden Knaben eben so stark, wie er ihn vorher, als er in Haarschnüren hieng, elektrisirt hatte. Nachher elektrisirte er einen in Haarschnüren hängenden Knaben vermittelst einer Communicationsschnur von einem andern Knaben, welcher, einige Fuß von ihm entfernt, elektrisirt ward. Er veränderte diesen Versuch mit Stangen und Knaben auf mannichfaltige Art, und folgerte daraus, daß sich die elektrische Kraft nicht nur von der Röhre, an einer Stange oder Schnur, zu entfernten Körpern leiten ließe; sondern daß auch eben dieselbe Stange oder Schnur diese Kraft einer andern Stange oder Schnur in einer Entfernung davon mittheile; und daß, vermittelst dieser andern Stange oder Schnur, die anziehende Kraft zu noch entferntern Körpern geleitet werden könne.

Im nächstfolgenden December führte Gray diesen Versuch etwas weiter, indem er die Elektricität zu Körpern leitete, welche die Communicationsschnur nicht berührten, wobey er dieselbe durch den Mittelpunkt von Reifen, die auf Glas standen, hindurch gehen ließ. Einer dieser Reifen hatte zwanzig, und ein anderer vierzig Zoll im Durchmesser.

Da die bisher angeführten elektrischen Versuche des Herrn Gray bekannt wurden, so ward du Fay in

in Frankreich dadurch veranlaßt, diese mit vieler Genauigkeit zu wiederholen. Hiebey war er so glücklich, verschiedene ganz neue Wahrnehmungen zu machen, und die bis dahin bekannten mit verschiedenen von eigener Erfindung zu vermehren, welche allerdings angeführt zu werden verdienen. Aus diesen seinen Bemühungen entstanden von ihm acht lange Abhandlungen, welche sich in den Pariser Mémoires befinden [i]). Die erste seiner Abhandlungen enthält eine kurze Geschichte der Elektricität bis auf das Jahr 1732.

Du Fay fand, daß alle Körper, metallische, weiche und flüssige ausgenommen, elektrisch gemacht werden könnten, wenn man sie zuerst mehr oder weniger heiß machte, und sodann mit irgend einer Art Zeug rieb. Auch nimmt er diejenigen Substanzen aus, welche durch die Hitze welch werden, z. B. Gummi, oder die, welche sich im Wasser auflösen, z. B. Leim. Auch bemerkte er, daß die härtesten Steine und Marmorarten ein stärkeres Reiben und Erhitzen erforderten, als andere Körper, und daß eben diese Regel auch in Ansehung der Holzarten statt finde, so daß Buchsbaumholz, Franzosenholz und andere Arten sehr harter Hölzer fast bis zu einem Grade des Brennens erhitzt werden müssen; da hingegen Tannen- Linden- und Pantoffelholz nur eine mäßige Hitze verlangen.

Ferner fand er, daß nicht nur feuchte Luft, sondern auch starke Hitze der Elektricität nachtheilig war, und daß seine Versuche öfters in den wärmsten Stunden an einem ordentlich mäßig warmen Tage nicht von statten gehen wollten.

Bey

i) Mém. de Paris. an. 1733. 1734. 1737.

Bey Wiederholung der Gray'schen Versuche, dem Wasser die Elektricität mitzutheilen, meldet er, wahrgenommen zu haben, daß alle Körper ohne Ausnahme, sie mochten dicht oder flüssig seyn, dazu aufgelegt waren, wenn sie auf Glas, welches nur ein wenig erwärmt oder bloß getrocknet war, gestellt wurden, und die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre nahe daran gebracht ward. Insonderheit gedenkt er seiner angestellten Versuche mit Eis, angezündeten Holzkohle und was ihm sonst damahls von ohngefähr in die Hände gefallen, und versichert, beständig bemerkt zu haben, daß solchen Körpern, welche an sich selbst am wenigsten elektrisch waren, durch die Annäherung der durch Reiben elektrisch gemachten Röhre der stärkste Grad der Elektricität mitgetheilt worden sey.

Er widerlegt Gray's Behauptung in Ansehung der verschiedenen Elektricität verschieden gefärbter Körper, und zeigt, daß dieses nicht von der Farbe, als Farbe, sondern vielmehr von der Substanz, welche zum Färben derselben genommen worden, herrühret habe.

Um zu erfahren, ob nicht gewisse Körper mehr elektrische Materie in sich nehmen, als andere, hieng er seidene, wollene, baumwollene und linnene Fäden an eine auf seidenen Schnüren ruhende eiserne Stange, und fand, daß, wenn die elektrische Glasröhre nahe an die Stange gehalten ward, die linnenen Fäden am weitesten aus einander fuhren, und solchergestalt die meiste Veränderung erlitten; nächstdem die baumwollenen; alsdann die seidenen, und die wollenen endlich am wenigsten, so daß bey letztern die Enden des Fadens am nächsten zusammen blieben.

Hier-

Hieraus schloß er, daß von allen diesen Substanzen der Zwirn die meiste Elektricität in sich fasse.

Als er nach Gray's Art die Elektricität der Röhre einem Bindfaden mitgetheilt hatte, so bemerkte er, daß der Versuch besser gelang, wenn er die Schnur naß machte; und ungeachtet er den Versuch in einer Entfernung von 1256 Fuß anstellte, als der Wind stark gieng, wobey die Schnur acht Wendungen machte und durch zwey verschiedene Gänge eines Gartens gezogen war, die elektrische Kraft dennoch mitgetheilt ward.

Du Fay nahm zuerst wahr, daß aus einem lebenden Körper elektrische Funken ausfahren. Hiebey war der Abt Nollet, so wie bey den meisten seiner Versuche, gegenwärtig, der nachher selbst als Elektrisirer berühmt wurde.

Als du Fay sich selbst, so wie Gray einen Knaben, auf seidenen Schnüren schwebend gelegt hatte, bemerkte er, daß, sobald er elektrisirt worden war, und jemand seine Hand einen Zoll weit an sein Gesicht, Füße, Hände oder Kleider hielt, aus seinem Körper ein oder mehrere stechende Funken herausfuhren, welche von einem Knistern begleitet waren. Er meldet, daß dieser Versuch derjenigen Person sowohl, welche ihre Hand nahe gehalten, als ihm selbst, einen kleinen Schmerz verursacht habe, welcher dem Schmerze von dem plötzlichen Stiche einer Nadel, oder dem Brennen eines Funkens gleich gewesen, und daß derselbe durch seine Kleider eben so stark, wie an seinen bloßen Händen oder dem Gesichte, zu fühlen gewesen sey. Auch bemerkt er, daß dieses Knistern im Dunkeln lauter Feuerfunken dargestellt habe.

Der Abt Nollet [k]) schreibt, daß er die Bestürzung nie vergessen werde, den der erste elektrische Funke, welcher je aus dem menschlichen Körper hervorgelockt worden, dem Hrn. du Fay sowohl, als ihm selbst, verursacht habe.

Du Fay bemerkt, daß dergleichen Knistern und Funken alsdenn nicht bemerkt worden seyen, wenn ein Stück Holz, Tuch, oder irgend eine andere Substanz, als ein lebender menschlicher Körper, ihm nahe gebracht wurden; Metall ausgenommen, als welches beynahe einerley Wirkung mit dem menschlichen Körper äußerte. Sonst war er der Meynung, daß das Fleisch todter Thiere bloß ein einförmiges Licht, ohne Knistern oder Funken, von sich gebe. Indessen folgerte er aus diesem Umstande damahls, daß die Körper lebender Thiere, wie auch Metalle, mit einem Dunstkreis umgeben wären, welcher durch elektrisches Licht wirklich in Feuer gesetzt würde.

Er bemerkte, daß eine Katze einen elektrischen Funken von sich gab, welcher ihr augenscheinlich Schmerzen verursachte, wenn man den Finger an irgend einen Theil ihres Körpers hielt, nachdem man sie, indem sie auf einem seidenen Küssen saß, mit der Hand gestrichen hatte.

Er machte sich Hoffnung, brennbare Substanzen mit dem elektrischen Funken anzünden zu können, und stellte in dieser Absicht verschiedene Versuche mit Zündschwamm und Schießpulver an; allein sie liefen alle fruchtlos ab. Diese Entdeckung war den Deutschen vorbehalten.

Die beyden Hauptwahrnehmungen des du Fay bestehen in der Entdeckung eines, wie er sich ausdruckt,

k) Leçons de physique. Vol. VI. p. 408.

druckt, sehr einfachen Princips, aus welchem sich eine Menge Unregelmäßigkeiten, welche die meisten elektrischen Versuche zu begleiten scheinen, sehr leicht erklären läßt, und eines andern Grundsatzes, welcher noch merkwürdiger und allgemeiner ist, als das erste Princip. Sein erster Grundsatz besteht darin, daß elektrische Körper alle diejenigen Körper, welche nicht elektrisch sind, an sich ziehen, und dieselben, sobald sie elektrisch geworden sind, von sich stoßen. Auf solche Art wird ein Goldblättchen zuerst von der Röhre angezogen, bekommt durch seine Annäherung eine Elektricität, und wird folglich sofort wieder zurückgestoßen, auch, so lange es seine elektrische Beschaffenheit behält, niemals wieder angezogen. Setzt es sich indessen, wenn es freyschwebend erhalten wird, von ohngefähr an irgend einen andern Körper an, so verliert es sogleich seine Elektricität, und wird alsdann von der Röhre wieder angezogen, welche, nachdem sie demselben eine neue Elektricität mitgetheilt hat, es zum zweyten male von sich stößt; und dieß Zurückstoßen dauert so lange, als die Röhre ihre elektrische Kraft behält. Mit Hülfe dieses Grundsatzes sucht er insbesondere verschiedene der Hawksbee'schen Versuche zu erklären.

Den andern Grundsatz entdeckte er auf folgende Art: Als er mittelst der elektrisch gemachten Röhre ein Goldblättchen in der Luft freyschwebend hielt, näherte er demselben ein Stück elektrisch gemachtes Gummicopal, und bemerkte, daß es von diesem sogleich angezogen ward und hangen blieb. Diese Wirkung war seiner Vermuthung entgegen, indem nach seiner Meynung der Copal das elektrische Goldblättchen zurückstoßen sollte. Er wiederholte diesen Versuch

such verschiedene mal mit demselben Erfolg. Hieraus folgerte er nun den zweyten Grundsatz, daß es nämlich zwey verschiedene und einander entgegengesetzte Elektricitäten gebe, die eine, wie er sie nennt, die gläserne oder glashafte (electricité vitrée), und die andere die harzige Elektricität (electricité resineuse). Die erste ist diejenige, welche dem Glase, dem natürlichen Krystalle, den Edelsteinen, den Haaren der Thiere, der Wolle, und einigen andern Körpern beywohnt. Das Unterscheidungszeichen dieser beyden Arten von Elektricität bestehe darin, daß sie sich selbst zurückstoßen, und daß sie einander anziehen. Ein mit der gläsernen Elektricität begabter Körper also stößt alle übrige mit gleicher Art von Elektricität versehene Körper zurück, und zieht hingegen alle diejenigen, welche mit der harzigen Elektricität begabt sind, an sich; und so auch stößt der mit der harzigen begabte einen andern von gleicher Art von sich, und zieht den mit der gläsernen Elektricität begabten an sich. Aus diesem Grundsatze, sagt er, lasse sich eine Menge anderer Erscheinungen ganz leicht erklären; und aller Wahrscheinlichkeit nach könne uns diese Wahrheit auf die Entdeckung vieler andern Dinge leiten.

Um zu erfahren, zu welcher von den beyden Classen der Elektricität ein gewisser Körper gehöre, hieng er eine ohngefähr 6 Zoll lange metallene Nadel an einem seidenen Faden auf, und machte sie elektrisch. Hierauf machte er verschiedene Körper durch Reiben elektrisch. Stieß nun dieser bey gehöriger Annäherung die Nadel von sich, so schloß er daraus, daß er von gleicher Art der Elektricität mit derselben wäre; zog er hingegen dieselbe an, so schloß er daraus auf die gläserne Elektricität.

Er bemerkte auch, daß mitgetheilte Elektricität gleiche Eigenschaft mit der durch Reiben erregten hatte. Denn, als er hölzerne oder elfenbeinerne Kugeln mittelst der Glasröhren elektrisch gemacht hatte, fand er, daß dieselben eben diejenigen Körper von sich stießen, welche die Röhre zurückstieß, und daß sie hinwiederum eben diejenigen an sich zogen, welche von der Röhre angezogen wurden. War ihnen die harzige Elektricität mitgetheilt worden, so beobachteten sie dieselbe Regel, daß sie diejenigen Körper an sich zogen, welchen die gläserne Elektricität mitgetheilt war, und hingegen diejenigen von sich stießen, welche die harzige Elektricität bekommen hatten. Jedoch nahm er wahr, daß der Versuch alsdann nicht glücken wollte, wenn die Körper nicht im gleichen Grade elektrisch gemacht waren; denn wenn der eine nur schwach elektrisch gemacht war, so ward er von demjenigen, welcher stärker elektrisch gemacht war, von welcher Beschaffenheit er auch seyn mochte, angezogen.

Diese wichtige Entdeckung der beyden Arten von Elektricität ließ aber du Fay noch sehr unvollkommen. Erst durch Franklin wurde sie näher bestimmt. Nach du Fay's Tode wurde diese wichtige Entdeckung wieder außer Acht gelassen, und selbst du Fay scheint zuletzt die Meynung, welche zu Franklin's Zeiten durchgängig die Oberhand hatte, angenommen zu haben, daß nämlich die beyden Arten Elektricität bloß dem Grade nach von einander verschieden wären, und daß die schwächere von der stärkern angezogen würde.

Ferner fand du Fay, daß die Elektricität von einem Körper zum andern, einen Zwischenraum von 10 bis 12 Fuß hindurch, in dessen Mitte ein brennendes

Licht stand, fortgepflanzt werden könne. Auch glühendes Eisen ließ sich sehr gut elektrisiren.

Du Fay war der erste, welcher sich bemühte, verdichtete Luft elektrisch zu machen; sein Versuch lief aber fruchtlos ab. Weil er vermuthete, daß dieses von der Feuchtigkeit herrühren möchte, welche etwa beym Gebrauche seines Verdichtungswerkzeuges zugleich in die Röhre mit hinein getrieben worden wäre; so kittete er eine große Windkugel an seine Röhre an, und preßte die Luft darin zusammen, indem er die Windkugel über Feuer hielt. Hierauf verschloß er den Hahn, welchen er eben in der Absicht dabey angebracht hatte, um das Zurücktreten der zusammengepreßten Luft zu verhüten, und machte die Röhre von der Windkugel loß, fand aber, daß die Röhre auf solche Art durch Reiben nicht elektrisch werden wollte. Der Abt Nollet [l]), welcher bey den meisten Versuchen des du Fay zugegen war, erklärte, daß er auch sogar mit dieser gebrauchten Vorsicht noch nicht zufrieden sey, indem er glaube, daß die Ursache, warum die Röhre durchaus nicht elektrisch werden wolle, noch immer an der Feuchtigkeit läge, welche beständig in der Luft vorhanden sey, und deren Theilchen nothwendig durch das Verdichten näher an einander gebracht werden müßten. Zur Widerlegung dieses Einwurfs sagt Boulanger [m]), daß, wenn man ein Gläschen Wasser in eine Röhre gieße, und sofort wieder herausnehme, dieses die Fähigkeit des Glases, sich elektrisch machen zu lassen, bey weitem nicht so sehr aufhebe, wie die verdichtete Luft.

Du

l) *Nollet* recherches. p. 258.

m) Traité de la cause et des phénomènes de l'électricité. à Paris 1750. 8.

Du Fay bemerkte zuerst, daß elektrische Substanzen den Thau mehr anzögen, als Leiter. Beccaria n) erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß Veränderungen in der Elektricität der Luft gleichmäßige Veränderungen in der Elektricität der Metalle, worin sich die elektrische Flüssigkeit mit der größesten Bequemlichkeit bewege, gar leicht, in dem Glase hingegen nicht hervorbringen. So oft also der Zustand der elektrischen Flüssigkeit in der Luft verändert ist, so oft wird das Glas mehr oder weniger elektrisch, und zieht daher die Dünste in der Luft an sich.

Boyle hat an einem gewissen Diamant wahrgenommen, daß er gerieben einige elektrische Kraft zeigte, und im Dunkeln ein Licht von sich gab. Er glaubte, daß dieser der einzige sey, welchem diese merkwürdige Eigenschaft zukomme. Allein du Fay fand, daß alle Diamanten, sie mochten eine Farbe besitzen, welche sie wollten, durch Reiben elektrisch gemacht werden konnten, und im Dunkeln leuchteten. Es fand aber ein beträchtlicher Unterschied zwischen ihnen statt; im Allgemeinen konnte er aber nichts weiter bestimmen, als daß die größten Diamanten weder mehr elektrisch, noch mehr leuchtend wurden, wie die kleinsten; in Ansehung der Farbe hingegen war der Unterschied sehr bemerklich.

Wheeler hatte im Jahr 1732 verschiedene Versuche über die zurückstoßende Kraft der Elektricität angestellt, und gab im Sommer des folgenden Jahrs darauf dem Herrn Gray Nachricht davon, um sie durch seine Vermittelung der königlichen Societät mitzuthei-

n) Dell' elettricismo artificiale e naturale libri due. 1753. 4. p. 179.

zutheilen; unterdessen aber erfuhr er, daß sich du Fay mit demselben Gegenstande über die zurückstoßende Kraft beschäftigte, und beschloß daher, seine Bemerkungen nicht bekannt machen zu lassen. Als er aber nachher fand, daß seine Versuche von den du Fay'schen ganz verschieden waren, so ließ er sich endlich bereden, sie in die philosophischen Transactionen auf das Jahr 1739 einrücken zu lassen.

Die Versuche wurden mit Fäden von verschiedener Art und andern Substanzen, welche an seidenen Schnüren hiengen, angestellt, und zwar insgesammt in der Absicht, um, bey Annäherung einer durch Reiben elektrisch gemachten Röhre, einander zurückzustoßen. Den Erfolg von diesen allen faßte er in folgende drey Sätze zusammen: 1. daß Körper, welche von einem andern durch Reiben elektrisch gemachten Körper die Elektricität erhalten haben, von demselben fortgestoßen werden; 2. daß zwey oder mehrere Körper, welche von einem andern die Elektricität erhalten haben, und also durch Mittheilung elektrisch gemacht worden, sich unter einander fortstoßen; 3. daß durch Reiben elektrisch gemachte Körper selbst einander zurückstoßen.

Gray bezeugte eine sehr große Freude, daß seine vormaligen Wahrnehmungen mit so vielem Fleiße von dem Herrn du Fay wiederholt worden waren, welcher, wie er eingesteht, verschiedene neue Bemerkungen gemacht hatte. Dieß veranlaßte ihm, nachfolgende Versuche, welche in die Zeit des Jun. und Aug. 1734 fielen, anzustellen.

Da du Fay wahrgenommen hatte, daß das erwähnte Knistern und die Funken sehr stark durch ein

ein Stück Metall, welches man an die in seidenen Schnüren hangende Person hielt, hervorgebracht wurden; so folgerte Gray daraus, daß, wenn der Versuch verkehrt angestellt, und, statt des menschlichen Körpers, eine Metallstange in seidene Schnüre gehängt würde, einerley Wirkung erfolgen würde. Daher hieng er verschiedene Metallstangen in seidene Strikke, und machte den Anfang mit dem gemeinen Hausgeräthe, das ihm zur Hand war, z. B. einer eisernen Ofengabel, Feuerzange, Schaufel u. d. gl., und fand, daß, nachdem er sie elektrisirt hatte, sie ebenfalls stechende und schnappende Funken von sich gaben, dergleichen unter ähnlichen Umständen aus dem menschlichen Körper herausgekommen waren. Dieß war der Ursprung der metallischen Leiter, welche nachher so sehr in Gebrauch gekommen sind.

Es fiel dem Herrn Gray damals nicht ein, seine Versuche im Finstern zu machen, um das aus dem Eisen hervorkommende Licht zu erblicken, indem er nicht vermuthete, daß die den Metallen mitgetheilte Elektricität so erstaunende Erscheinungen hervorbringen könnte, wie er doch, seiner Versicherung nach, nachher wirklich gefunden hat.

Da er seine Versuche mit dem Herrn Wheeler gemeinschaftlich fortsetzte, so fanden sie, daß, der Behauptung des Herrn du Fay zuwider, das Fleisch der todten Thiere beynahe dieselben Erscheinungen, wie das Fleisch lebender Thiere, wahrnehmen ließ.

Als Gray im Verfolge seiner Versuche mit seinen Freunden eine 4 Fuß lange und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke eiserne Stange nahmen, welche an beyden Enden zwar zugespitzt, aber doch nicht scharf gemacht war, die-

sel-

selbe des Nachts in seidenen Schnüren aufhiengen, und die elektrisch gemachte Glasröhre an das eine Ende derselben hielten, so bemerkten sie, daß nicht allein an diesem, sondern zugleich auch am andern Ende derselben ein Licht entstand, worüber sie in Verwunderung gesetzt wurden. Dieses Licht breitete sich in Gestalt eines Kegels aus, dessen Ende nach der Spitze der Stange zu gerichtet war; und Gray sowohl, als seine Freunde, konnten ganz deutlich wahrnehmen, wie dieser Kegel aus besondern Fasern oder Strahlen des Lichts bestand, welche sich von dem Ende der Stange entfernten, und aus einander fuhren, imgleichen, daß die äußersten Strahlen gekrümmt waren. Dieses Licht erschien bey jedesmaligem Streichen der Röhre. Ferner nahmen sie wahr, daß dieses Licht allemal von einem kleinen Knistern oder Zischen, wie es Gray nennt, begleitet war, welches, wie sie sich einbildeten, an dem Ende zunächst der Röhre anfieng, und immer stärker ward, je näher es dem andern Ende kam. Indessen meldet er, daß dieser Laut nur von denjenigen Personen, welche der Stange nahe gestanden und genau darauf Acht gegeben hatten, zu vernehmen gewesen sey.

Nachdem im folgenden Monate September Gray bey seiner Zurückkunst nach London diese Versuche wiederholte, beobachtete er eine Erscheinung, die ihm auffiel. Als die Röhre, wie zuvor, an die eiserne Stange gehalten ward, und das Licht, welches sich an beyden Enden gezeigt hatte, verschwunden war, kam dasselbe abermals zum Vorschein, als er seine Hand nahe an das Ende der Stange hielt; und indem er diese Bewegung mit seiner Hand wiederholte, sah er dieses Licht 5 bis 6 mal hinter einander, jedoch

doch wurden die Strahlen jedesmal kürzer. Auch bemerkte er, daß dieses Licht, welches bey Annäherung seiner Hand aus der Röhre hervorkam, eben so wie die andern von einem Zischen oder Knistern begleitet war.

Er nahm wahr, daß von dem Lichte, welches an dem Ende zunächst der Röhre zum Vorschein kam, wenn sie schief gegen die Axe der Stange gehalten ward, die Strahlen nach derselben hinfuhren, und daß zwar jederzeit, wenn er die Röhre rieb, die Lichtflammen bey jeder Bewegung seiner Hand über oder unter der Röhre zu sehen waren, daß aber die stärksten Flammen durch die Bewegung seiner Hand unterwärts hervorgebracht wurden.

Als er zwey oder drey solcher Stäbe neben einander gelegt hatte, entweder in einer geraden Linie oder in beliebigen Winkeln, und nachher die elektrische Röhre an das Ende eines Stabes hielt; so nahm er an dem weitesten Ende des letzten Stabes alles das wahr, was der Versuch mit einem einzigen Stabe zeigte.

Bey dem Versuche mit einem Stabe, welcher nur an einem Ende zugespitzt war, bemerkte er, daß sich am andern Ende nur ein einfaches Prasseln hören ließ, welches aber viel vernehmlicher war, als das stärkste desjenigen, welches an der Spitze der Stange zu hören war, so daß der dadurch verursachte Schmerz, welcher einem Stechen oder Brennen glich, weit empfindlicher, und das Licht weit heller und dichter beysammen war.

Als er eine zinnerne Schüssel mit der eisernen Stange verband, und die Schüssel mit Wasser anfüllte, bemerkte er eben dergleichen Licht, eben dergleichen

chen Stoßen an den Finger, und eben dergleichen Prasseln, als wenn der Versuch mit der leeren Schüssel angestellt ward. Und wenn der Versuch mit Wasser bey Tage vorgenommen ward, stieg dasselbe unter dem darüber gehaltenen Finger wie ein kleiner Hügel in die Höhe, und fiel nach erfolgtem Prasseln wieder nieder, wobey das Wasser zunächst an dem Orte, wo es in die Höhe gestiegen war, in eine wellenförmige Bewegung gesetzt ward.

Diese Wirkungen waren einerley mit denjenigen, welche er vorher vor dem unmittelbaren Wirken der Röhre bemerkt hatte. Durch diese Versuche aber fand er, wie er meldet, daß man vermöge der mitgetheilten Elektricität eine wirkliche Flamme oder Feuer, nebst einem Prasseln und Auswallen des Wassers, hervorbringen könne. Uebrigens fügt er noch hinzu: ungeachtet diese Wirkungen anjetzt nur noch gar gering sind, so wird doch, aller Wahrscheinlichkeit nach, mit der Zeit noch ein Mittel aussindig zu machen seyn, eine größere Quantität des elektrischen Feuers zu sammeln, und mithin die Stärke dieser Kraft zu vermehren, welche, verschiedenen dieser Versuche zu Folge, mit der Beschaffenheit des Donners und Blitzes von gleicher Natur zu seyn scheint.

Als Gray am 18. Febr. 1735 bey Wiederholung der Versuche statt der eisernen Stange hölzerne Stäbe nahm, fand er, daß alle Wirkungen einerley, aber weit schwächer waren. Um dieselbe Zeit wiederholte er auch das Elektrisiren des Wassers, und fand, daß die oben angeführten Erscheinungen nicht nur, wenn die Röhre nahe an das Wasser gehalten ward, sondern auch alsdenn, wenn sie zurückgenommen

men

nien und nachher der Finger daran gehalten ward, hervorgebracht wurden.

Am 6. May desselben Jahrs hatte er seinen Bedienten in seidene Schnüre gehangen, und gefunden, daß derselbe das elektrische Feuer zuerst einer, und nachher verschiedenen Personen, welche auf elektrischen Körpern standen, mitzutheilen vermögend war.

Gray schien noch immer in den Gedanken zu stehen, daß es bey der Elektricität gewisser Maaßen auf die Farbe mit ankäme. Der in blauen Schnüren elektrisirte Knabe, bemerkt er, behielt seine anziehende Kraft 50 Minuten, der in scharlachenen 25, und der in orangefarbigen 21 Minuten lang. Aus diesen Versuchen, setzt er hinzu, ersieht man die Wirksamkeit der Elektricität auf Körper, welche in Schnüre von gleicher Substanz, aber von verschiedener Farbe, hangen.

Seine letzten Versuche sind diejenigen, welche er mit eisernen Kugeln in der Absicht anstellte, um zu beobachten, wie sich leichte Körper um dieselben herum bewegten. Hiebey scheint er sich aber am meisten getäuscht zu haben. Er führt an, daß er vor kurzem verschiedene neue Versuche über die fortwerfende und schwingende Bewegung kleiner, leichter, freyhängender Körper durch die Elektricität angestellt habe, wodurch kleine Körper um größere in Bewegung gesetzt werden könnten, und zwar entweder in Kreisen oder Ellipsen, welche entweder einerley oder verschiedene Mittelpunkte mit dem größern hätten, um welchen sie sich bewegten, so daß sie etlichemal um denselben herumliefen. Diese Bewegung geschehe allemal nach derjenigen Richtung, in welcher sich die Planeten um die Sonne bewegten, nämlich von der Rechten

zur Linken, oder von Abend gegen Morgen. Diese kleinen Planeten, wofern er sie so nennen dürfe, bewegten sich im Apogäo, oder, wenn sie von dem Brennpunkte des elektrischen Körpers am weitesten entfernt wären, viel geschwinder, als im Perigäo, oder wenn sie demselben am nächsten wären; welches von der Bewegung der Planeten um die Sonne gerade das Gegentheil sey.

Auf diese Versuche war Gray nur ganz kurz vor seiner letzten Krankheit gefallen, und der Tod übereilte ihn vor völliger Ausführung derselben; indessen hatte er die Nachricht, wie weit er damit gekommen war, dem damaligen Sekretair der königlichen Societät, Cromwell Mortimer, in die Feder dictirt, um solche der Societät zu übergeben. Er hatte gegen Mortimer gestanden, daß er über die unvermutheten Erfahrungen, welche er bey diesen Versuchen machte, bestürzt worden sey, und daß solches sich allemal vermehrte, so oft er dieselben vermehrt habe. Er glaubte gewiß, daß, wenn ihm die Vorsehung sein Leben noch eine kurze Zeit verlängert hätte, er durch diese neu entdeckten Erscheinungen die elektrischen Versuche zu ihrer größten Vollkommenheit hätte bringen können. Auch zweifelte er nicht, daß er der Welt in kurzer Zeit ein neues Planetarium, woran noch niemand gedacht habe, hätte liefern können; und daß aus diesen Versuchen eine gewisse Theorie in Ansehung der Bewegung des großen Planetensystems des ganzen Universums würde haben aufgeführt werden können. Diese Versuche, so täuschend sie auch sind, verdienen zugleich mit denjenigen, welche nach Gray's Tode angestellt wurden, kürzlich angeführt zu werden.

Wenn

Wenn man, sagt Gray, eine kleine eiserne Kugel von 1 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser nimmt, sie in die Mitte eines Harzkuchens legt, der 7 oder 8 Zoll im Durchmesser hat und vorher entweder durch gelindes Reiben, oder daß man 3 bis 4 mal mit der Hand darauf geschlagen, oder durch ein wenig Erwärmen am Feuer elektrisch gemacht worden ist; alsdann einen leichten Körper, z. B. ein Korkstückchen, an einen sehr dünnen Faden von 5 oder 6 Zoll bindet, und den Faden zwischen dem Daumen und Zeigefinger hält, so daß der leichte Körper recht über dem Mittelpunkte der Kugel hängt: so wird man sehen, daß sich der leichte Körper von selbst um die Kugel herum, und zwar von Westen gegen Osten, zu bewegen anfängt. Wenn der Harzkuchen kreisrund ist, und die eiserne Kugel recht in seinem Mittelpunkte liegt, so beschreibt der leichte Körper einen Kreis um die Kugel; liegt aber die Kugel nicht im Mittelpunkte des Harzkuchens, so beschreibt er eine Ellipse, deren Eccentricität der Weite der Kugel von dem Mittelpunkte des Harzkuchens proportional ist. Besitzt der Harzkuchen eine elliptische Form, und liegt die eiserne Kugel in dem Mittelpunkte desselben, so ist die Bahn des leichten Körpers ebenfalls eine Ellipse von gleicher Eccentricität mit der Gestalt des Kuchens. Wenn die Kugel in oder nahe bey einem Brennpunkte der Ellipse des Kuchens liegt, so wird sich der leichte Körper im Apogäo seiner Bahn viel geschwinder, als in seinem Perigäo bewegen.

Wenn man die eiserne Kugel auf einem eisernen Gestelle, welches ohngefähr 1 Zoll hoch ist, befestigt, und dasselbe auf einen Tisch mitten in einem gläsernen Zirkel, oder in ein Stück von einem hoh-

 len

len gläsernen Cylinder, welches etwa 7 Zoll im Durchmesser und 3 Zoll in der Höhe hat, setzt, so wird, wenn man den gläsernen Ring vorher wohl gerieben hat, und wie vorhin einen leichten Körper darüber hält, dieser sich um die Kugel von Westen gegen Osten bewegen, und einen Kreis zu beschreiben anfangen, wofern die Kugel über dem Mittelpunkte des Glases steht, und dieses eine vollkommene kreisrunde Figur hat; oder er wird eine Ellipse beschreiben, wofern die Kugel nicht im Mittelpunkte steht; eben auf die Art, wie im vorhergehenden Versuche angemerkt worden ist. Wenn eben diese eiserne Kugel auf den bloßen Tisch, ohne den Harzkuchen und ohne den gläsernen Ring, gelegt wird, so wird zwar der darüber gehängte leichte Körper eben die in den beyden vorhergehenden Versuchen angemerkten Umdrehungen machen, aber viel langsamer und viel näher an der Kugel, als zuvor. Er gesteht zugleich, daß ihm diese Versuche nie haben gelingen wollen, wenn er den Faden, an welchem der leichte Körper hängt, mit etwas anderm, als mit der Hand gehalten; doch habe er vermuthet, daß solches wenigstens mit den Körpern der Menschen und Thiere, und deren Theile, angehen würde; er war auch schon entschlossen, solches mit einem Hühnerfuße und einem Stück frisches Fleisch zu versuchen.

Mortimer hatte die Versuche des Hrn. Gray wiederholt, und er scheint sich ebenfalls, wie dieser, getäuscht zu haben. Er versichert bemerkt zu haben, daß der leichte Körper eben so wohl um Körper von verschiedenen Gestalten und Substanzen, als um die eiserne Kugel, Umdrehungen mache, und daß er den Versuch wirklich mit einer Kugel von schwarzem Marmor, einer silbernen Streubüchse, einem kleinen Stück

Buchs-

Buchsbaum, und einem großen Stück Korkholz versucht habe.

Diese Versuche des Herrn Gray wurden von Herrn Wheeler und andern in der königlichen Societät, und zwar mit mannichfaltigen Veränderungen, wiederholt; es konnte aber aus den damaligen Bemerkungen nichts gefolgert werden.

Du Fay gesteht in seiner letzten Abhandlung, die in den Pariser Mémoires vom Jahr 1737 enthalten ist, daß diese Versuche der Herren Gray und Mortimer ihm gar nicht haben gelingen wollen. Indessen sagt er, er behaupte deßwegen gar nicht, daß sie nie gelungen wären; vielmehr scheine er nicht abgeneigt zu seyn, die Schuld des schlechten Erfolgs derselben sich selbst zuzuschreiben, indem er vielleicht dabey einen gewissen Umstand unterlassen habe, dessen jene Herren keine Erwähnung gethan hätten, ungeachtet derselbe, ohne daß sie es wußten, einen Haupteinfluß auf das Experiment hatte.

Du Fay meldete seine fruchtlosen Bemühungen dem Herrn Wheeler, welcher ihm in seiner Antwort berichtet: er gestehe, daß er angefangen habe, an der Wahrheit der Gray'schen Versuche zu zweifeln; ein Mann, wie Gray, der in seinem 66sten Jahre gestanden habe, könnte sich sehr leicht getäuscht haben, indem seine zitternde Hand dem leichten Körper eine solche Bewegung hätte geben können, ohne daß er daran gedacht habe. Indessen meldet er zuletzt noch, daß er gegen das Ende des Monats Juni durch einige besondere Umstände veranlaßt worden wäre, diesen Versuch auf eine andere Art anzustellen; hier habe er sich verwundert, wahrzunehmen, daß die elek-

trische Kraft, ohne sie von neuem zu erregen, so stark und dauerhaft gewesen wäre, daß zwischen 8 Uhr des Morgens bis gegen Mittag mehrere Revolutionen erfolgt wären, dabey habe man den Arm oft ausruhen lassen. Oft sey die Anzahl der Umläufe 50, 70, ja einmal gegen 100 gewesen, nachdem man vorher den Arm habe ausruhen lassen.

Diese letzte Bemerkung des Herrn Wheeler ermunterte dem Herrn du Fay von neuem, die Versuche mit vieler Genauigkeit wieder vorzunehmen; allein er gesteht, daß er nie glücklich darin gewesen wäre. Er habe zwar jederzeit eine Umlaufsbewegung wahrgenommen, allein sie sey bald nach der einen und bald nach der andern Seite erfolgt, und es habe ihm geschienen, daß die Kreisbewegung jederzeit von der Bewegung der Luft, oder von einer unwillkührlichen Bewegung seiner Hand verursacht werde. Uebrigens bringt er noch einige Erfahrungen über diesen Gegenstand bey, welche es ihm sehr wahrscheinlich machen, daß diese Sache eine wahre Täuschung sey.

Um diese Zeit fieng auch Desaguliers an, seine Bemühungen in der Elektricität bekannt zu machen. Die Ursache, warum er bisher nichts davon der königlichen Societät hatte wissen lassen, lag bloß in seiner Bescheidenheit, dem verstorbenen Stephan Gray nicht vorzugreifen, welcher alle seine Bemühungen auf die Elektricität gerichtet hätte.

Desaguliers bemerkt gleich anfänglich, daß die elektrischen Erscheinungen so seltsam wären, daß, ungeachtet es eine große Menge Versuche darüber gebe, man doch bisher noch nicht vermögend sey, aus ihrer Vergleichung eine Theorie festzusetzen, wel-

welche über die Ursache dieser Eigenschaft in den Körpern einen Aufschluß gebe, oder nach welcher wir auch nur von allen ihren Wirkungen ein Urtheil fällen könnten, was für einen nützlichen Einfluß die Elektricität in die Natur habe, ob wir gleich aus demjenigen, was wir bisher davon wahrgenommen hätten, gewiß vermuthen könnten, daß derselbe von großem Nutzen seyn müsse, weil er sich so sehr weit erstrecke.

Seine ersten Versuche, von welchen in den philosophischen Transactionen vom Julius 1739 Nachricht ertheilt wird, wurden mit einem über Katzendarmsaiten ausgespannten hanfenen Stricke angestellt. An dem einen Ende des Strickes befestigte er verschiedene Substanzen, und bemerkte, daß alle diejenigen, mit welchen er die Versuche gemacht hatte, worunter verschiedene an sich selbst elektrisch waren, z. B. Schwefel, Glas u. s. ohne Ausnahme elektrisch wurden.

Er veränderte die eine der Katzendarmsaiten, worüber seine Communicationsschnur ausgespannt war, und nahm an deren statt verschiedene andere Substanzen, um zu erfahren, welche Körper die Elektricität an den aufgehängten Körpern durchließen, oder nicht; da er denn aus dem Erfolge dieses Versuchs zum Theil schloß, daß Körper, bey welchen keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, den elektrischen Strom aufhielten, diejenigen hingegen, bey welchen sie hervorzubringen war, denselben nicht aufhielten, sondern ihn bis ans äußerste Ende der hanfenen Schnur ungehindert fortgehen ließen. Seine Vorstellungen aber, welche er sich von der Art und Weise, wie der elektrische Strom aufgehalten werde, machte, waren sehr unvollkommen.

Desaguliers führte einige Kunstwörter in die Lehre der Elektricität ein, welche noch heutiges Tages gebraucht werden. Er theilte nämlich zuerst die Körper überhaupt in elektrische und nicht elektrische oder Leiter ein. Unter elektrische Körper verstand er diejenigen, in welchen sich eine Elektricität durch Reiben oder Erhitzen erregen läßt; nicht elektrische Körper hingegen nannte er diejenigen, in welchen zwar an und für sich keine Elektricität erregt werden kann, die sie aber doch annehmen, wenn ihnen elektrische Körper genähert werden.

Uebrigens finden sich in den Schriften des Desaguliers verschiedene Lehrsätze, welche elektrische Versuche betreffen, wovon einige deutlicher, als vorher geschehen war, ausgedruckt sind; der wirklichen Verbesserungen aber, welche er machte, waren nur wenige, und auch diese von keiner großen Erheblichkeit.

In einem im Jan. 1741 der königl. Societät vorgelegten Aufsatze giebt er unter andern folgende allgemeine Regeln an, welche richtiger zu seyn scheinen, als diejenigen, welche man vorher hierüber festgesetzt hatte.

Ein für sich elektrischer Körper nimmt die Elektricität von einem andern durch Reiben elektrisch gemachten Körper nicht so an, daß dieselbe seiner ganzen Länge nach fortlaufe, sondern er nimmt sie nur eine kurze Strecke an, indem er gleichsam damit gesättigt wird.

Ein für sich elektrischer Körper verliert alle seine Elektricität nicht auf einmal und zu gleicher Zeit, sondern nur in denjenigen Theilen, woran unelektrische Körper gebracht worden sind. Er verliert also die

die Elektricität um desto geschwinder, je mehr solcher Körper sich in seiner Nähe befinden. Bey feuchter Witterung behält folglich die elektrische Glasröhre ihre Kraft nur eine Zeitlang, weil sie auf die in der Luft herum schwimmenden feuchten Dünste wirkt. Und wenn die elektrische Glasröhre an Goldblätter, welche auf einem Ständer liegen, gehalten wird, wirkt sie weit länger und stärker darauf, als wenn dieselbe Quantität Goldblätter auf einen Tisch, welcher mehr unelektrische Oberfläche als der Ständer hat, gelegt wird.

Ein unelektrischer Körper, welcher die Elektricität empfangen hat, verliert sie auf einmal bey Annäherung eines andern unelektrischen Körpers. Thierische Substanzen sind wegen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten unelektrisch. Die erregte Elektricität äußert sich sphärisch um die an sich elektrischen Körper; cylindrisch hingegen, wenn der Körper ein Cylinder ist.

Unter seinen vielen elektrischen Versuchen sind die merkwürdigsten folgende. Als er einem brennenden Talglichte die Elektricität mittheilen wollte, bemerkte er, daß das Licht den Probierfaden, aber nicht nahe, etwa zwey oder drey Zoll von der Flamme, anzog; sobald aber das Licht ausgeblasen war, ward der Faden allenthalben, und sogar von dem Dachte, wenn er ganz verlöscht war, angezogen. Mit einem Wachslichte hatte der Versuch gleichen Erfolg, nur mit dem Unterschiede, daß die Elektricität hier der Flamme nicht so nahe kam, als bey dem Talglichte.

Er bemerkte, daß, wenn man eine gläserne Glocke bloß erwärme, ohne sie zu reiben, die an einem auf-

recht stehenden hölzernen Spieße angeknüpften Fasern einer Pflaumfeder sich sogleich ausstrecken, wenn sie über die Feder gestellt wird; und daß Harz und Wachs bisweilen ihre Elektricität äußern, wenn sie bloß an der freyen Luft liegen. Ferner bemerkte er, daß, wenn eine hohle Glasröhre, welche die Communicationsschnur trug, feucht gemacht ward, indem man durch dieselbe hindurch hauchte, sie die Elektricität aufhielt.

Wenn eine elektrisch gemachte Glasröhre eine Pflaumfeder abgestoßen hatte, so zog sie dieselbe wieder an, nachdem sie geschwind in Wasser getaucht wurde; bey trockener Witterung aber zog sie dieselbe nicht an, wenn er sie auch noch so tief, und wenigstens einen Fuß ihrer Länge, untergetaucht hatte, da er hingegen bey feuchter Witterung sie nur 1 oder 2 Zoll tief eintauchen durfte.

Das Anziehen des Wassers vermittelst einer elektrischen Glasröhre zeigte Desaguliers weit besser, als bisher geschehen war; indem er nämlich die Röhre über einen aus einem kupfernen Springbrunnen fahrenden Strahl hielt, als welcher sich dabey gegen die Röhre krümmte, und bisweilen so stark gebogen wurde, daß er außerhalb dem darunter stehenden Gefäße niederfiel.

Desaguliers scheint auch der erste gewesen zu seyn, welcher ausdrücklich meldete, daß die reine trockene Luft unter die an sich elektrischen Körper gerechnet werden müsse, und daß kalte Luft, wobey die wenigsten Dünste aufsteigen, mehr elektrisch sey, als warme, da wegen der Wärme die Dünste häufig in die Höhe steigen. Auch nahm er für gewiß an, daß sich die Theilchen der reinen Luft in einem elek-

elektrischen Zustande von der glashaften Art befänden, und erklärte die an der innern Fläche einer gläsernen Kugel, aus welcher bloß die Luft ausgepumpt worden war, sich äußernde Elektricität dadurch, daß dieselbe überall hin gienge, wo sie den wenigsten Widerstand von einem so elektrischen Körper, als die Luft sey, antreffe.

Die Erscheinung, da nach dem Versuche des D. Hales die Luft durch die schweflichten Dünste ihre ausdehnende Kraft verlor, suchte er dadurch begreiflich zu machen, daß er annahm, die Theilchen des Schwefels und die der Luft zögen einander an, weil sie von verschiedenen Arten der Elektricität wären, wodurch ihre fortstoßende Kraft verloren gienge. Auch lehrte er folgende Muthmaßung über das Aufsteigen der Dünste durch die Elektricität. Da die Luft, welche über die Wasserfläche geht, elektrisch ist, und die kleinen Wassertheilchen gegen die elektrische Röhre springen, so stoßen sie alsdenn, weil sie selbst elektrisch werden, sowohl die Luft, als auch einander selbst, von sich, und steigen mithin in die höhern Gegenden der Atmosphäre hinauf.

Der letzte Aufsatz des Desaguliers, welchen man über die Lehre von der Elektricität in den philosophischen Transactionen von ihm findet, ist vom 24. Juni 1742 datirt, in welchem Jahre er eine Abhandlung über die Elektricität ans Licht stellte, für welche er den von der königl. Akademie der Wissenschaften und freyen Künste zu Bourdeaux ausgesetzten Preis erhielt. Diese Preisfrage, welche auf Begehren des Herzogs de la Force aufgegeben wurde, betraf: die wahrscheinlichste Erklärung von den Ursachen und Wirkungen der Elektricität der Körper aufzustel-

zustellen. Die Abhandlung des Desaguliers enthält alles, was damals von dieser Materie bekannt war.

Erfindungen in Ansehung der elektrischen Geräthschaft, nebst fernern Versuchen in der Lehre der Elektricität vor Erfindung der Leydner Flasche.

Um die Zeit, da Desaguliers seine Versuche in England beschloß, fiengen auch verschiedene Deutsche Gelehrte an, diese Lehre mit dem größten Fleiße zu betreiben. Diese verbesserten vorzüglich die elektrische Geräthschaft, ohne welche schwerlich die Elektricität weitere Fortschritte gemacht haben würde; durch Hülfe ihrer Erfindungen aber wurden auf einmal die bewundernswürdigsten Wirkungen hervorgebracht.

Der verdiente Hausen, Professor zu Leipzig, führte den Gebrauch der Elektrisirmaschinen in der Experimentalphysik ein [o]). Er scheint auf das Umdrehen der Glaskugel mit Hülfe eines Rades nicht durch Hawkesbee's Beyspiel, sondern nach Gehlers [p]) Zeugniß durch den Gedanken eines seiner Zuhörer gekommen zu seyn. Dieser hieß nämlich Litzendorf, damals Führer des Grafen Julius Gebhard von Hoym, mit welchem er bey Hausen die damals noch sehr neuen elektrischen Versuche sahe. Die beständige Unterbrechung des Reibens der Röhren mit der Hand brachte ihn auf den erwähnten Gedanken, den sein großer Lehrer mit Vergnügen annahm und ausführte.

Durch Hausens Beyspiel aufgemuntert gebrauchte auch Bose zu seinen elektrischen Versuchen eine

o) Novi prospectus in historia electricitatis. Lips. 1743. 4.
p) Physikalisches Wörterbuch. Th. I. S. 783.

eine Maschine, und fügte derselben einen ersten Leiter hinzu, welcher in einer eisernen oder blechernen Röhre bestand, die zuerst von einem auf Pechkasten stehenden Menschen gehalten und nachher auf seidene Schnüre horizontal vor der Kugel gelegt ward. Um zu verhindern, daß die Röhre der Kugel keinen Schaden thun könnte, legte er ein Bündel Fäden in das zunächst der Kugel befindliche und zu dieser Absicht offen gelassene Ende der Röhre. Außerdem, daß dieses Mittel mancherley artige Erscheinungen veranlaßte, verstärkte es auch die Kraft des Leiters gar merklich.

Der P. Gordon, Professor in Erfurt, gebrauchte statt der Kugel einen Glascylinder. Diejenigen, deren er sich hiezu bediente, waren 8 Zoll lang, und 4 Zoll im Diameter. Er drehete sie am Wirbel durch eine Schnur, die über einen Bogen gespannt war. Anstatt eines Pechkastens isolirte er vermittelst eines mit saubern seidenen Schnüren bezogenen Rahmens.

Nach dieser Methode des P. Gordon ließ auch Winkler [q]) zu Leipzig eine Maschine verfertigen, bey der der Wirbel an der Axe des Cylinders, wie bey den Drechselbänken, vermittelst einer Schnur an einer Wippe durch Treten mit dem Fuße bewegt ward. Winkler [r]) kam aber bald wieder zu der Hausischen Einrichtung zurück, die er so beschreibt, wie er sie selbst zu größern Versuchen gebraucht hat, daß nämlich mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich gedreht, und diese durch das Anhalten der Hände zweyer Personen gerieben werden.

Die-

q) Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität. Leipz. 1744. 8.

r) Eigenschaften der elektrischen Materie. Leipz. 1745. 8.

Diese Winkler'schen Maschinen sind darum vorzüglich merkwürdig, weil bey denselben zum erstenmale Kissen als Reibzeuge angebracht worden sind. Diese nützliche Erfindung der Kissen hat man also dem Leipziger Drechsler Gießing zu danken, der nach Winklers eigener Versicherung seine erste Maschine angegeben hat. Das Kissen machte eine Person mehr, welche sonst die Hand anlegen mußte, entbehrlich. Allein noch war es unvollkommen. Es war unter dem Glascylinder angebracht, und ließ sich zwar durch eine Stellschraube höher und niedriger stellen, gab aber doch den Ungleichheiten der Ründung des Cylinders zu wenig nach, und erwärmte das Glas zu sehr, daher auch Winkler selbst davon wieder abgieng. Zuletzt kam er doch aus Mangel der Personen, deren Hände zur Erregung der Elektricität geschickt waren, wieder auf den Gebrauch der Kissen zurück, und versahe dieselben mit Federn, welche sie gelind an die Kugeln andruckten. Sigaud de la Fond [s]) versichert, daß er im Jahr 1754 ebenfalls auf den Gedanken gekommen sey, die Kissen seiner Maschine mit Federn zu versehen.

Der Abt Nollet [t]) beschreibt eine Maschine, welche eigentlich keine andere, als die von den deutschen Gelehrten erfundene selbst ist. Er erklärte sich aber wider den Gebrauch der Kissen, und ließ daher stets die Hand einer Person an die Kugel legen. Seine eigene Hand war dazu sehr geschickt, und brachte stets eine starke Elektricität hervor. Den ersten Leiter hieng er mit seidenen Schnüren an der Decke auf, und

s) Précis histor. et experimental des phènom. électriq. Paris. 1781. 8.

t) Essai sur l'électricité des corps. à Paris 1746. 8. p. 48. f.

und verband ihn mit der Kugel durch eine Kette. In Frankreich ist diese Maschine bis zum Jahr 1770 beybehalten, und im wesentlichen nichts daran geändert worden.

Durch diese Maschinen waren die Physiker im Stande, eine so erstaunliche Kraft von Elektricität hervorzubringen, daß, wenn man ihren eigenen Berichten trauen darf, durch einen elektrischen Funken das Blut zum Finger herausgezogen werden konnte, die Haut aufriß, und eine Wunde zum Vorschein kam, als wenn sie durch ein ätzendes Mittel verursacht worden wäre. Sie versichern, daß, wenn verschiedene Röhren oder Kugeln gebraucht wurden, das herauslaufende Blut wie leuchtender Phosphor anzusehen gewesen sey, wenn unterdessen einer Person zur Ader gelassen worden, und daß die Bewegung des Herzens und der Pulsadern bey einer elektrisirten Person merklich vermehrt worden sey. Der P. Gordon nahm wahr, daß Wasser, welches aus einem elektrisirten künstlichen Springbrunnen herausfloß, sich in leuchtende Tropfen ausbreitete, und daß eine größere Quantität Wasser in einer gegebenen Zeit ausgetrieben ward, als wenn der Springbrunnen unelektrisirt war; so wie auch elektrisirtes Wasser geschwinder ausdunstete, als unelektrisirtes, wenn es in gleichartigen gläsernen Gefäßen an der Luft gestanden hatte. Er verstärkte die elektrischen Funken so sehr, daß sie jemand vom Kopfe bis zum Fuß empfinden konnte, auch tödtete er dadurch kleine Vögel. Dieß bewerkstelligte er dadurch, daß er die Elektricität vermittelst eines dicken eisernen Draths 200 Ellen weit von dem Orte, wo die Elektricität erregt wurde, fortleitete. Auch hat er bey diesen Versu-

chen die Funken stärker befunden, wenn der Drath dick, als wenn er dünn war.

Waitz [u]) hat die Elektricität seiner Glasröhren viel stärker befunden, wenn er dieselben mit einem mit Wachse stark bestrichenen, und alsdann mit etwas Oel begossenem wollenen Tuche rieb. Auch bemerkte er, daß Glas, welches bey seiner Composition nur mit wenig Potasche versetzt war, besser wirkte, als dasjenige, worunter man mehr Potasche genommen hatte; jedoch wurde mehr Zeit und stärkere Hitze erfordert, wenn die Glasmaterie gehörig schmelzen sollte. Er hatte sich ausdrücklich in der Absicht, um die Wahrheit dieses Umstandes zu prüfen, eine eigene Composition auf der Glashütte verfertigen lassen. Waitz erhielt den im Jahr 1744 von der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin für die beste Abhandlung von der Elektricität und deren Ursachen ausgesetzten Preis von 50 Dukaten. Es ward dieselbe bald darauf, nebst drey Abhandlungen, welche von der Akademie, der Ausbreitung wegen, des Druckes würdig geschätzt wurden, nebst einem Vorberichte von dem Ursprunge und der Erfindung der elektrischen Kraft der Körper durch den Druck bekannt gemacht.

Aus verschiedenen Versuchen des Anziehens und Zurückstoßens, welche Waitz beym Reiben eines Hundes anstellte, bewieß er, daß die knisternden Funken, welche Katzen, Hunde, Pferde und andere Thiere bisweilen von sich geben, wenn man sie mit der Hand streicht, elektrisch wären. Dieses hatte man vorher zwar

u) Abhandlung von der Elektricität. Berlin 1745. 4. Cap. II.

zwar behauptet, aber noch nicht als eine gewisse Wahrheit außer Zweifel zu setzen gesucht.

Besonders merkwürdig sind diejenigen Versuche, welche die Deutschen mittelst der von ihnen erfundenen Maschinen mit entzündbaren Substanzen anstellten. Der erste, welcher im Anfange des Jahrs 1744 durch eine elektrisch gemachte Glasröhre den spiritus aethereus Frobenii entzündete, war Ludolf x). Er that dieses in der ersten allgemeinen Versammlung der königlichen Akademie in Gegenwart einiger hundert Personen. Er verrichtete den Versuch durch Funken, welche er aus einer elektrisirten eisernen Stange herausbrachte. Im nächstfolgenden Maymonate bewirkte Winkler dasselbe mit einem Funken aus seinem eigenen Finger, und brachte nicht nur den vorerwähnten höchst rectificirten spiritus, sondern auch Franzbranntwein, Vorsprang, und noch andere schwächere Arten von Spiritus, nachdem er sie vorher warm gemacht hatte, zum zünden. Imgleichen meldet er, daß Oel, Pech und Siegellack, bis zu einem dem Entzünden nahen Grade erhitzt, durch elektrische Funken in Flamme zu setzen seyen. Auch Gralath zündete ein Licht durch den elektrischen Funken an, wenn er denselben auf den Dampf des so eben verloschenen Lichts fahren ließ, und Bose entzündete das Schießpulver, welches er in einem Löffel hatte schmelzen lassen.

Die deutschen Elektrisirer erfanden auch eine Maschine, vermittelst welcher sie einem gläsernen Cylinder im luftleeren Raume ein Reiben beybringen konnten. Sie versuchten auf diese Art einen Drath, dessen

x) Gralaths Geschichte der Elektricität. S. 284 — 286.

sen Ende in der freyen Luft sich befand, zu elektrisiren, und brachten dadurch eine beträchtliche elektrische Kraft zu Stande. Auch elektrisirten sie das in freyer Luft befindliche Ende, und verursachten, daß das andre im luftleeren Raume befindliche Ende seine Elektricität äußerte.

Auch führen die Deutschen einen gewissen Versuch an, welcher, wenn er ausgeführt worden wäre, sie auf die Entdeckung gebracht haben würde, daß das Reiben der gläsernen Kugel die elektrische Materie nicht hervorbringe, sondern bloß sammle. Allein diese Entdeckung war dem D. Watson vorbehalten. Es scheint, daß Bose sowohl, als Allamand, die Maschine, und den Menschen, der sie in Bewegung setzte, in Seide aufgehängt, und dabey wahrgenommen haben, daß nicht allein der Leiter, sondern auch der Mensch und die Maschine, Zeichen der Elektricität von sich gaben. Sie fanden sich aber in ihren Erwartungen getäuscht: denn sie glaubten, daß ein Theil der elektrischen Kraft durch die Maschine beständig nach den Boden gienge, und bildeten sich daher ein, daß, wenn sie dieselbe isolirten, die elektrische Kraft eine viel stärkere Wirkung hervorbringen würde.

Um diese Zeit bewieß Ludolf der Jüngere zu Berlin, daß das leuchtende Barometer durch die Bewegung des Quecksilbers vollkommen elektrisch werde, indem es kleine Papierstückchen u. d. gl., welche an der Seite der Röhre aufgehangen waren, nachdem dieselbe in eine andere, aus welcher die Luft rein ausgezogen war, eingeschlossen wurde, zuerst anzog, und nachher heftig wieder zurückstieß. Vor diesem Versuche hatte man diese Wirkungen der Luft zugeschrieben.

ben. Die Herren Hamberger und Waiß hatten entdeckt, daß die Bewegungen des Quecksilbers in einem gläsernen Gefäße, aus welchem die Luft herausgepumpt war, das Vermögen besaß, leichte Körper zu bewegen; und Allamand fand noch, daß diese Wirkung einerley war, es mochte das Gefäß mit Luft angefüllt seyn, oder nicht.

Zu derselben Zeit gab sich Bose sehr viel Mühe, zu bestimmen, ob das Gewicht der Körper durch die Elektricität verändert würde; allein er fand es wirklich nicht so.

Der P. Gordon erfand den sogenannten elektrischen Stern, ein dünnes Stück Blech mit acht langen Spitzen oder Strahlen, welche vom Mittelpunkte gleich weit abstehen. Wenn er denselben dergestalt an das elektrische Glas stellte, daß zwey Spitzen desselben über die Axe des Glases reichten, und nur so weit davon entfernt waren, daß das Glas ungehindert herumgedreht werden konnte, das Glas auch recht stark gerieben ward, so gieng der Stern, ohne von jemanden in Bewegung gesetzt zu seyn, von selbst herum. Ferner erfand Winkler ein Rad, welches durch die Elektricität herumgedreht wird; und Bose leitete die Elektricität vermittelst eines Wasserstrahls von einem Menschen zum andern, wenn dieselben auf Pechkasten sechs geometrische Schritte von einander entfernt standen, fort, und Gordon setzte sogar Spiritus vermittelst eines Wasserstrahls in Brand.

Gottfried Heinrich Grummert aus Biala in Polen stellte einen Versuch mit dem elektrischen Lichte an, welcher nachher von Watson und Canton fortgesetzt und sehr weit getrieben ward. Als

derselbe nämlich gesehen hatte, daß die Elektricität im Stande sey, ein Licht hervorzubringen; so wollte er versuchen, ob eine luftleere gläserne Röhre, etwa $\frac{1}{3}$ Zoll weit und 8 Zoll lang, durchaus leuchten würde, wie sie sonst zu thun pflegt, wenn sie gerieben wird. Er hielt sie also in der Weite einiger Zolle von der elektrischen Kugel, die an ihrer Maschine herumgedreht und gerieben ward; wider Vermuthen bemerkte er, daß diese Röhre in einer so merklichen Entfernung leuchtete. Ja sie leuchtete, so lang und breit sie war, so hell, daß Jedermann es wahrnehmen konnte. Auch hat er öfters in einer Entfernung, wo die Röhre nicht mehr leuchten wollte, bemerkt, daß sie in einem Augenblicke wieder Licht von sich gab, sobald er damit in die Luft strich, ohne der elektrischen Kugel näher zu kommen. Dieses Leuchtens im luftleeren Raume könnte man sich, nach dem Vorschlage des Herrn Grummert, in Bergwerken und an Orten, wo gemeines Feuer und Licht nicht brennen wollen, bedienen, und er führt in dieser Absicht verschiedene Methoden, dieses Licht zu vervielfältigen und zu vermehren, an.

Krüger machte eine artige Entdeckung, welche die durch die elektrischen Ausströmungen verursachte Veränderung der Farbe der Körper betrifft. Um zu erforschen, ob sich in diesen Ausströmungen etwas Schwefelhaftes befinde, ließ er den elektrischen Funken auf rothe Blätter vom wilden Mohn schlagen, und fand, daß dieselben sofort weiß wurden. An gelben und blauen Farben war er in demselben Augenblicke eine Veränderung hervorzubringen nicht im Stande; wenn dieselben aber einen oder ein Paar Tage nach dieser Operation gelegen hatten, wurden sie

sie weiß. Um diese Versuche bequem anzustellen, wurden die Blumen mit weißem Wachse auf einen zinnernen Teller geklebt.

Durch diese elektrischen Entdeckungen, welche so artige Belustigungen gewährten, ward auf die Elektricität eine so allgemeine Aufmerksamkeit rege gemacht, daß im Jahr 1745 in Deutschland und Holland elektrische Versuche für Geld angestellt, und davon Nachrichten in den öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurden.

Das Anzünden der Dämpfe der Körper durch den elektrischen Funken ward auch bald in England, und unter andern von D. Miles, bewerkstelligt; welcher, wie aus seinem in der königl. Societät den 7. März 1745 abgelesenen Aufsatze erhellt, den Phosphor durch die unmittelbar daran gehaltene elektrische Glasröhre, ohne Zwischenkunst irgend eines Leiters, in Brand setzte. Bey dieser Gelegenheit bemerkte auch Miles Strahlenpinsel, oder sogenannte Lichtblitze, welche aus der Röhre, ohne Beyhülfe eines nahe daran gehaltenen Leiters, heraussuhren. Von diesen Lichtblitzen lieferte er eine Zeichnung, welche mit der Gestalt dieser Pinsel ziemlich genau übereinkommt.

Unter den Engländern war aber vorzüglich D. Watson der erste, welcher die von den Deutschen gemachten Entdeckungen wiederholte, sie erweiterte und verbesserte. Seine ersten Sendschreiben an die königliche Societät über diese Materie sind zwischen dem 28. März und 24. Octob. 1745 datirt. Ihm gelang es, außer den oben angeführten geistigen Substanzen auch den gemeinen Branntwein durch den elektrischen Funken zu entzünden. Auch brachte er entzündbare Luft

in Flammen, und entzündete sogar Weingeist und brennbare Luft vermittelst eines Tropfens kaltes Wasser, welches mit einem aus Flöhkraut verfertigten Schleime, und selbst mit Eis, verdickt worden war. Er brachte auch diese Substanzen vermittelst einer elektrisirten heißen Ofengabel, wenn sie dieselben sonst auf keine andere Art anzünden wollte, in Brand. Er setzte Schießpulver in Flamme, und schoß eine Musquete ab, vermittelst der Kraft der Elektricität, nachdem er das Pulver vorher mit etwas Kampher, oder einigen wenigen Tropfen eines gewissen brennbaren chemischen Oels zerrieben hatte. Endlich zeigte er auch, daß sich diese Substanzen durch die von ihm sogenannte zurückstoßende Kraft der Elektricität in Brand bringen ließen, welches dadurch bewerkstelligt ward, daß die elektrisirte Person den Löffel, worin die anzuzündende Substanz befindlich war, hielt, und eine andere unelektrisirte Person ihren Finger daran brachte. Vorher war die Substanz, welche man in Flamme setzen wollte, allemal von einer unelektrisirten Person gehalten worden.

Durch seine Versuche, an sich elektrische Körper, z. B. Terpentin und weißen amerikanischen Balsam, durch diese zurückstoßende Kraft zu zünden, glaubte er eine gewisse Meynung, welche damals sehr gemein war, daß nämlich die Elektricität bloß auf den Oberflächen der Körper schwebe, zu widerlegen; denn er fand, daß der Dampf dieser Substanzen von einem aus dem Löffel, welcher dieselben enthielt, herausgezogenen Funken nicht in Brand zu setzen war. Dieser Funke mußte daher den elektrischen Körper hindurch, von der Oberfläche des untern Löffels, welcher von dem elektrisirten Leiter berührt ward, gehen.

Als

Als er eine Anzahl fein gesponnener Glasfäden, und andere Drathstücke von gleicher Länge und Dicke elektrisirte, bemerkte er mit äußerstem Vergnügen, daß die Glasfäden nach dem elektrisirten Körper sprangen, und sich ohne Knistern daran hängten; hingegen die Drathstücke sehr geschwind auf und nieder sprangen, und zwar jedesmal mit einem Knistern und einer kleinen Flamme.

In einem der königlichen Societät am 6. Febr. 1746 vorgelesenen Aufsatze bemerkte er, daß elektrische Funken nach Beschaffenheit der Substanzen, aus welchen sie hervorkamen, an Farbe und Gestalt verschieden erschienen; daß das Feuer von rauhen Körpern, z. B. rostigem Eisen u. d. gl. weit röther aussah, als von polirten Körpern, wenn dieselben auch noch so scharf waren, z. B. von einer polirten Scheere u. d. gl. Er glaubte, daß das verschiedene Ansehen mehr von dem verschiedenen Zurückschlagen des elektrischen Lichts von der Oberfläche der Körper, aus welchen es herausfuhr, als von irgend einem Unterschiede in dem Feuer selbst herrühre.

Er bemerkte auch, daß die Elektricität beym Hindurchgehen durch Glas nicht die geringste Brechung erlitt, indem er durch genaue Beobachtungen gefunden hatte, daß die Richtung derselben allemal in geraden Linien war, selbst durch Gläser von verschiedenen Gestalten, welche in einander eingeschlossen waren, so daß zwischen jedem Glase noch ein großer Zwischenraum befindlich war. Wenn Bücher, oder andere unelektrische Körper, auf Glas gelegt, und zwischen die elektrisch gemachten und leichten Körper gebracht wurden, so blieb die Richtung der Kraft dennoch in geraden Linien, und schien augenblicklich so-

wohl durch die Bücher, als auch durch das Glas, hindurch zu gehen. Durch diese Versuche nahm er wahr, daß das elektrische Anziehen durch Glas hindurch weit stärker war, wenn das Glas war warm gemacht worden, als wenn es kalt war. Bisweilen fand er auch, daß die Elektricität, wiewohl nur in geringem Maaße, durch elektrische Körper, welche ungefähr 4 Zoll dick waren, hindurch gieng.

Er bemerkt, daß beym Elektrisiren der Substanzen von ansehnlicher Breite die elektrische Kraft sich zuerst an demjenigen Theile derselben, welcher von der elektrisch gemachten Röhre am weitesten entfernt war, geäußert habe.

Er stellte einige Versuche an, welche zeigten, daß das Feuer der Elektricität weder durch die Gegenwart noch Abwesenheit eines andern Feuers verändert ward.

In dem Verfolge seiner Versuche, welche er am 30. Oct. 1746 vorgelesen hat, erzählt er, daß er eine Glaskugel inwendig mit einer Masse von Wachs und Harz ziemlich dick überzogen, aber nicht den geringsten Unterschied zwischen solchen und den andern Kugeln wahrgenommen habe.

Auch stellte Watson verschiedene Versuche mit mehreren Kugeln an, welche alle zugleich umgedreht wurden, und einen gemeinschaftlichen Leiter hatten. Er folgerte daraus, daß die Stärke der Elektricität durch die Menge und Größe der Kugeln zwar bis zu einem gewissen Grade, keinesweges aber nach dem Verhältnisse ihrer Anzahl und Größe vermehrt ward. Indessen gesteht ihr Watson doch in einer Folgerung, welche er aus diesen wirklichen Versuchen zieht, eine sehr beträchtliche Verstärkung zu. Seiner

ner Meynung nach ist ein jeder Körper nur eines gewissen ihm proportionirten Grades der Elektricität fähig; diesen kann er durch Anwendung mehrerer Kugeln geschwinder erlangen; sobald er ihn aber erlangt hat, so geht alle übrige Kraft, die man auf ihn bringen oder in ihm erregen will, verloren, und vertheilt sich in eben dem Augenblicke, da sie in ihm hervorgebracht worden. Daher ward offenbar durch die mehreren Kugeln mehr Feuer gesammelt, ungeachtet die Gestalt des Leiters, dessen er sich hiebey bediente, von der Beschaffenheit war, daß sie dasselbe nicht zurück behalten konnte. Die große Stärke seiner vier vereinigten Kugeln erhellt aus seiner eigenen Nachricht; denn als zwey zinnerne Teller, der eine in der Hand einer elektrisirten Person, und der andere in der Hand einer andern, welche auf dem Fußboden stand, gehalten wurden, so waren die zwischen beyden Tellern entsprungenen Funken dermaßen stark, und folgten so geschwind auf einander, daß man im Dunkeln die Gesichter von dreyzehn Personen, welche im Zimmer rings umher standen, deutlich dabey erkennen konnte.

Endlich fand auch Watson, daß der Rauch, ein an und für sich elektrischer Körper, ein Leiter der Elektricität war; ingleichen, daß die Flamme die gesammte Elektricität unvermindert fortleitete; denn er beobachtete, daß zwey Personen, welche auf elektrischen Körpern standen, einander die Kraft mittheilen konnten, ohne daß sich das geringste weiter zwischen ihnen, als der Rauch in dem einen, und die Flamme in dem andern Falle, befand.

Um dieselbe Zeit entdeckte auch du Tour, daß die Flamme die Elektricität zerstörte, wie er dem Abe

Nollet in einem Schreiben vom 21. Aug. 1745 berichtete. Ein Gleiches ward auch vom Herrn Waitz entdeckt.

Entdeckung der Leydenschen Flasche nebst ferneren Fortschritten in der Lehre von der Elektricität bis auf Franklin.

Zu Ende des Jahrs 1745 erhielt die Elektricitätslehre einen ungemein großen Zuwachs durch die Erfindung der sogenannten leydenschen Flasche. Diese wichtige Entdeckung gehört unstreitig einem deutschen Prälaten, dem Herrn von Kleist, Dechanten des Domcapitels zu Camin in Pommern, welcher am 11ten Octob. 1745 die verstärkte Elektricität selbst entdeckte, am 4. Nov. darauf dem D. Lieberkühn in Berlin, am 28. Nov. dem Prediger Swietlicki in Danzig und bald nachher auch dem Prof. Krüger in Halle Nachrichten davon gab, welche der erste der Berliner Akademie der Wissenschaften und der zweyte der Danziger naturforschenden Gesellschaft mittheilte, und der dritte schon 1746 drucken ließ [y]). Diese Nachrichten enthalten folgendes. Wenn ein Nagel oder ein starker messingener Drath in ein kleines Medicinalgläschen gesteckt und elektrisirt wird, so erfolgen besonders starke Wirkungen. Das Gläschen muß recht trocken oder auch warm seyn. Man kann es vorher mit geschabter Kreide reiben. Thut man ein wenig Mercurius, oder ein Paar Tropfen Spiritus Vini hinein, so geht alles noch besser von statten. Sobald das Gläschen mit dem Nagel von dem elektrischen Glase oder der Röhre weggenommen wird, so äußert sich der leuchtende Strahlenbüschel, und man kann mit dieser brennenden Maschine über 60 Schritte weit im Zimmer herumgehen. Elektrisirt

y) Geschichte der Erde. Halle 1746. 8. S. 177. u. f.

sirt man den Nagel stark, welches sich an dem in dem Gläschen befindlichen Lichte und den herausschlagenden Funken spüren läßt, so kann man den in einer andern Kammer befindlichen spiritum vini noch damit anzünden. Wird während dem Elektrisiren ein Finger oder ein Stück Geld an den Nagel gehalten, so ist der herausfahrende Schlag so stark, daß Arme und Achseln davon erschüttert werden. Eine auf Glas oder blau seidenen Schnüren liegende blecherne Röhre läßt sich durch dieses Instrument viel stärker elektrisiren, als wenn es unmittelbar durch die Kugel geschieht; ingleichen ein auf einem elektrischen Postament stehender Mensch. Wird eine blecherne Röhre, welche 15 Fuß lang seyn kann, auf gewöhnliche Art elektrisirt, und man hält sodann den in dem Gläschen befindlichen Nagel daran, und fährt mit Elektrisiren fort, so sollte man gar nicht glauben, in welche Stärke die Elektricität gesetzt wird, wenn nicht die Erfahrung den besten Beweis gebe. Ist das Gläschen kurz, etwa 2 Zoll lang, so daß sich die Finger in der gehörigen Weite befinden, so schlägt der Funke von selbst aus dem Nagel auf den Finger zu. Dünnhälsige Gläser sind ein paar mal durch den heftigen Schlag zersprengt worden. Als etwas besonderes scheint hiebey zu seyn, daß, wenn das Gläschen mit dem Nagel in eine andere fortpflanzende oder nicht-fortpflanzende Materie gefügt wird, die starke Wirkung nicht erfolgen will. Das Glas auf Holz, Metall, Glas, Siegellack u. s. f. gekittet und elektrisirt zeigt die Wirkung nur schwach. Der menschliche Körper muß also wohl hierzu etwas beytragen. Dieser Satz wird dadurch bestärkt, daß man zur Zeit keinen spiritum anders hat anzünden können, als wenn er in der Hand gehalten worden ist.

Zu

Zu Anfange des Jahrs 1746 schrieb Musschenbroek aus Leiden an Reaumür: er sey auf einen schrecklichen Versuch gerathen, mit einer Erschütterung, der er sich für die Krone Frankreichs nicht zum zweytenmale aussetzen möchte. Allamand wiederholte dieses in einem Briefe an Nollet, und im Februar auch in einem eigenen Aufsatze [z]).

Der Abt Nollet nannte daher die Entdeckung den Leidner Versuch, welchen Namen sie auch behalten hat, ob sie gleich weit richtiger der Kleistische Versuch heißt.

Man fieng in Frankreich an, Musschenbroek'en für den Erfinder zu halten, als Allamand noch im Jahr 1746 sowohl an Nollet, als an Gralath meldete: die erste Entdeckung gehöre eigentlich einem angesehenen Privatmanne in Leiden, Cunäus, der schon 1745 zufälliger Weise darauf gekommen sey. Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieser Mann etwas von der Entdeckung des deutschen Prälaten gewußt habe; inzwischen bleibt diesem letzten unstreitig das Verdienst der ersten Erfindung und Bekanntmachung.

Auf diese Erfindung soll man auf folgende Art gekommen seyn. Als Musschenbroek und seine Freunde bemerkten, daß elektrisirte Körper, wenn sie der gemeinen Atmosphäre ausgesetzt waren, welche beständig mit ableitenden Theilchen von allerley Art angefüllt ist, ihre Elektricität gar bald verloren, und nur eine ganz geringe Quantität davon zu behalten vermögend waren, fielen sie auf den Gedanken, daß, wenn die elektrisirten Körper auf allen Seiten von sol-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1746.

solchen, welche von Natur elektrisch sind, eingeschlossen würden, sie alsdann vielleicht eine stärkere Kraft anzunehmen und dieselbe länger zu behalten vermögend wären. Da zu dieser Absicht Glas der geschickteste elektrische Körper, und Wasser der geschickteste unelektrische ist; so stellten sie die Versuche anfänglich mit Wasser in gläsernen Bouteillen an; es ward aber keine beträchtliche Entdeckung gemacht, als bis es dem Herrn Cunäus wiederfuhr, daß, als er einmal in der einen Hand sein gläsernes Gefäß mit Wasser hielt, welches vermittelst eines Drathes mit der elektrisirten Röhre Communication hatte, und mit der andern Hand denselben von der Röhre loß machte, er mit einemmale durch einen plötzlichen Schlag in seinem Arm und in seiner Brust erschreckt ward, dergleichen er bey diesem Versuche am wenigsten erwartet hatte.

Als Allamand diesen Versuch, und zwar bloß mit einem gemeinen Bierglase, das erstemal anstellte, versicherte er, daß er anfänglich einige Augenblicke seinen Athem verloren, und darauf einen so übermäßigen Schmerz längst dem rechten Arme bekommen habe, daß er anfänglich üble Folgen davon befürchtete; doch wäre hernach alles ohne Schaden abgelaufen. Der merkwürdigste Bericht aber ist derjenige, welcher sich vom Herrn Winkler herschreibt. Er erzählt, daß, als er den Leidenschen Versuch zum erstenmale anstellte, er starke Convulsionen darnach in seinem Körper empfunden habe, und daß sein Geblüt so stark erhitzt worden sey, daß er ein hitziges Fieber befürchtet, und kühlende Arzeneyen habe brauchen müssen; im Kopfe an der Stirn habe es ihm etliche Tage wie ein Stein gelegen; einige Tage darauf habe er

er zweymal Nasenbluten bekommen, wozu er sonst gar nicht geneigt gewesen sey, und in den Gelenken der Hände und Arme habe er einen fortdauernden Schmerz, ein Zucken und Reißen empfunden, so daß er mit der rechten Hand in acht Tagen nicht habe schreiben können. Seine Gattin, welche den starken elektrischen Schlag nur zweymal bekommen, habe sich so schwach darauf befunden, daß sie kaum gehen können; und in der folgenden Woche, da sie wieder so dreist geworden sey, noch einen Schlag anzunehmen, habe sie, nachdem sie den Versuch nur einmal angestellt, gleich einige Minuten darauf Nasenbluten bekommen.

Alle diese Nachrichten erregten ein unbeschreibliches Aufsehen, und machten die Elektricität zum Gegenstande der allgemeinen Unterredung. Jedermann war begierig, den Versuch zu sehen, und, der schrecklichen Berichte, welche davon abgestattet wurden, ungeachtet, zu fühlen.

Gralath und Winkler aber waren die ersten, welche der Erfindung selbst etwas zusetzten. Ersterer verstärkte die Erschütterung dadurch, daß er anstatt des Arzneygläschens eine gläserne Phiole von 5 Zoll im Diameter mit einem 10 Zoll langen Halse, und anstatt des eisernen Nagels einen starken eisernen Drath mit einer Kugel, anstatt des Weingeistes aber Wasser nahm. Er fand zuerst, daß dieselbe Erschütterung einer Menge Personen, welche sich einander mit den Händen angefaßt hatten, mitgetheilt werden könne, wenn die Person an dem einen Ende der Reihe die Phiole auswendig berührte, und die an dem andern Ende einen mit der inwendigen Seite communicirenden Drath anfaßte. Auf solche Art stellte er den Versuch am 20. Apr. 1746 in öffentlicher Versammlung der Societät mit 20

Per-

Personen an; und er sagt, daß er leicht vermuthen könne, daß solches auch mit tausend und mehreren Personen angehen würde. Auch ließ er, anstatt des unmittelbaren Berührens, die Verbindung der Personen mittelst anderer Körper machen; waren diese Metall, z. B. eiserne Stangen, blecherne Röhren oder Dräthe, so empfanden die Personen die starke Erschütterung; waren es aber andere unelektrisirte Körper, z. B. hölzerne Stöcke, hanfene Stricke u. s. f., so erfolgte nicht die geringste Mittheilung der Erschütterung; die an sich elektrischen Körper aber, z. B. gläserne Röhren, Siegellack u. d. gl. waren hiezu gar nicht tauglich. Um die Mittheilung der elektrischen Erschütterung in einer größern Entfernung und in freyer Luft noch weiter zu untersuchen, ließ er diejenige Person, welche die Phiole mit dem Drathe hielt, mit der andern Hand eine eiserne Stange anfassen, deren anderes Ende jemand mit der linken Hand hielt und mit der rechten Hand das Ende eines langen messingenen Drathes gefaßt hatte, der zum Fenster in den Garten herabgelassen, in demselben herumgeleitet und durch ein anderes Fenster wieder in das Zimmer geführt war, wo eine andere Person mit der linken Hand das Ende desselben, und mit der rechten eine eiserne Stange hielt, deren anderes Ende noch ein anderer gefaßt hatte, welcher wiederum, vermittelst einer eisernen Stange, mit der Person verbunden war, die den Funken aus dem Drathe in der Phiole herauslockte; den messingenen Drath, der in einem fortgieng, faßten im Garten hie und da einige Personen mit beyden Händen an. Als nun der Funke herausfuhr, bekamen die Personen, welche im Zimmer den Drath und die Stangen angefaßt hatten, in beyden Armen einen starken und sehr empfindlichen Schlag,

Schlag, diejenigen Personen aber, welche im Garten den Drath angefaßt hielten, empfanden gar nichts davon. Auch war Gralath der erste, welcher dasjenige, was wir jetzt eine elektrische Batterie nennen, anlegte. Er nahm nämlich zur Verstärkungsmaschine Destillirkolben von dünnem Glase mit einem langen Halse, die die Franzosen Matras nennen, von 4, 5 bis 6 Zoll im Durchmesser, und den Hals ließ er 10 bis 15 Zoll lang. Diese Phiolen machte er von außen recht rein und trocken; zur Winterszeit füllte er sie halb voll mit warmem Wasser; im Sommer aber goß er nur kaltes Wasser hinein; alsdann steckte er einen starken eisernen Drath, woran oben eine bleyerne Kugel, von 4, 5 bis 6 Linien im Durchschnitte, gelöthet und welcher oben rechtwinklicht gebogen war, hinein, so daß er etwa 6 bis 8 Zoll über dem Halse der Phiole hervorragte. Zuletzt bemerkt er, daß, wenn die Phiole einen Riß hat, er mag so klein seyn wie er will, zumal auf dem Boden, wo sie auf der flachen Hand ruht, der Erfolg des Versuchs dadurch gänzlich gehindert und gestört werde; imgleichen daß die Verstärkungsmaschine, wenn sie abgenommen worden, ihre Kraft nicht auf einmal oder nach einer einzigen Berührung verliere; sondern, daß man mehrere Funken nach einander herauslocken könne; es seyen aber die Schläge bey den auf einander folgenden Berührungen immer schwächer; hält man aber etwas ein, und läßt einige Minuten verlaufen, so werden die Funken wieder stärker; ja wenn sie zuweilen alle Elektricität verloren zu haben scheint, so bekomme sie nach Verlauf einiger Zeit dieselbe dennoch wieder [a]). Dieß ist jetzt der sogenannte Rück-

a) Versuche und Abhandl. der naturf. Gesellschaft zu Danzig. Th. I. S. 442.

Rückstand von der Ladung, und nichts anders, als ein Theil der Ladung, welcher in dem unbeschlagenen Theile der Phiole liegt, der alle seine Elektricität nicht auf einmal fahren läßt.

Winkler [b]) erfand ein Mittel, wodurch er, ohne ein Thier zu martern oder seine und anderer Menschen Gesundheit in Gefahr zu setzen, die Eigenschaften der verstärkten Elektricität untersuchen konnte. Er legte nämlich um die gläserne Flasche, worin der Drath steckt, eine eiserne Kette, welche auf einem zinnernen Teller ruhte; auf diesen setzte er ein Stück Metall, welches oben rund war; dieses Metall stellte er unter der elektrisirten Röhre in einer solchen Entfernung, daß zwischen der Röhre und dem Stück Metall ein Funke entstehen konnte; alsdann schlug der Funke wie ein Donnerstrahl, daß man ihn auf hundert Schritte sehen und hören konnte. Eben dieses von Winkler angegebenen Kunstgriffes bediente sich nicht allein Gralath bald darauf bey den Versuchen von der tödtlichen Verletzung durch die elektrischen Funken, sondern er gebrauchte denselben auch nachher beständig in solchen Fällen, wo er die Erschütterung in andern Körpern erregen wollte, ohne sich selbst der schmerzhaften Empfindung auszusetzen. Da Winkler aus andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die unmittelbare Berührung der gläsernen Flasche nicht unumgänglich nöthig sey, sondern daß durch die Berührung des metallenen Körpers, auf welchem die Flasche ruht, oder des darin befindlichen Wassers, eben dieselbe

b) On the effects of electricity upon himself and his wife. Philos. Trans. n. 480.

selbe Wirkung hervorgebracht werden könne, so kam er auf den Gedanken, den Versuch im Großen anzustellen, um zu erfahren, ob sowohl im stehenden als fließenden Wasser der Versuch von statten gehen würde. Diesen Versuch stellte er am 28. Jul. 1746 in dem Apelschen Garten auf der Pleisse an. Er hatte nämlich drey große mit Wasser gefüllte Flaschen, in deren jede ein messingener Drath gesteckt war, in die Pleisse gehängt. Die drey Dräthe waren auswendig so zusammen geflochten, daß man eine Kette daran hängen konnte. Unter freyem Himmel hieng zwischen zwey Gestellen an seidenen Schnüren das messingene Rohr. Von dem einen Ende desselben war eine Kette an die geflochtenen Dräthe, und von dem andern Ende eine andere Kette in ein Zimmer, wo die Maschine stand, auf ein blechenes Kreuz gezogen, welches von den elektrisirten Körpern die Elektricität empfieng. Unter dem messingenen Rohre lag auf einem Stative eine kupferne Hohlkugel, woran die eiserne Kette hieng, welche um die drey Flaschen in der Pleisse geschlungen war. Indem man Vormittags elektrisirte, da die Sonne auf die Röhre schien, so entstanden zwischen Rohr und Kugel so starke Funken, daß man sie in einer Entfernung von 200 Schritten konnte blitzen sehen und schlagen hören. Hierauf ward die Kette, die um die Flaschen lag, von ihnen weggenommen, und 30 Ellen weit davon, bald oberhalb, bald unterhalb, in den Strom gelegt. So stark nun die elektrischen Funken zuvor gewesen waren, so stark waren sie auch jetzt. Auf denselben Versuch war auch zu gleicher Zeit Monnier in Frankreich gefallen. Endlich fand Winkler, daß, je mehr Glaskugeln gebraucht wurden und je größer dieselben waren, desto stärker auch Licht, Schlag und Erschüt-

schütterung waren, womit die erregten Funken die sinnlichen Gliedmaßen rührten.

Als Jallabert [c]) den leydenschen Versuch mit heißem Wasser anstellte, zerbrach die Phiole bey einer von freyen Stücken erfolgten Entladung, und ein kreisrundes Stück von 2½ Linien im Durchmesser sprang von dem Orte des Sprunges gegen eine Mauer, welche 5 Fuß davon entfernt war. Das Gefäß hatte, wie er versichert, weder einen Riß, noch sonst einen andern Schaden.

Die meisten Erweiterungen dieser wichtigen Entdeckung hat D. Watson [d]) in den folgenden Jahren hinzugesetzt. Er bemerkte, daß dieser Versuch am besten von statten gieng, wenn die Phiole, worin das Wasser befindlich war, vom dünnsten Glase, und das Wasser wärmer als die äußre umgebende Luft war. Er meldet, daß er die Wirkung durch Vermehrung der Quantität des Wassers in gläsernen Gefäßen von verschiedener Größe, welche bis auf 4 Maaß gehalten, versucht habe, ohne daß der Schlag im geringsten verstärkt worden wäre. Auch bemerkte er, daß die Stärke des Schlages gar nicht nach dem Verhältnisse der Größe der Kugel, oder nach der Anzahl der bey dieser Gelegenheit gebrauchten Kugeln zunahm, sondern daß er eben so stark erschüttert wurde, da er den Versuch mit einer Kugel von 7 Zoll im Durchschnitte anstellte, als da er 4 Kugeln, eine von 16, und 3 von 10 Zoll dazu nahm; und aus Hamburg hat er die Nachricht erhalten, daß man

c) Experiences. p. 128.

d) Philos. Transact. 1748. 1749. n. 477. 478. 482. 485. 489.

man bey dem Gebrauche einer Kugel von Einer Brabandter Elle im Durchschnitte die gehoffte Verstärkung nicht habe bemerken können. Bey diesen beyden Beobachtungen muß aber nothwendig irgend ein Versehen vorgegangen seyn. Wenn er Quecksilber statt des Wassers in die Phiolen geschüttet hat, so ist der Schlag gar nicht stärker, im Verhältnisse des eigenthümlichen Gewichtes des Quecksilbers, gewesen. Auch bemerkte er zuerst, daß verschiedene Personen, welche auf elektrischen Körpern stehend einander angefaßt hatten, insgesammt erschüttert wurden, obgleich nur einer den elektrisirten Flintenlauf berührte; daß aber alsdann das stärkste Feuer aus ihnen allen herausfuhr, wenn bloß Einer denselben entladen hatte.

Verschiedene dieser Bemerkungen zeigen, was für unvollständige Einsichten man von diesem Versuche eine Zeitlang, nachdem er zuerst angestellt worden war, gehabt habe. Inzwischen bemerkte Watson einen das Laden der Phiole betreffenden Umstand, welcher, wenn derselbe weiter verfolgt wäre, ihn auf diejenige Entdeckung gebracht haben würde, welche nachher vom D. Franklin gemacht ward. Er sagt, daß, wenn die Phiole gehörig elektrisirt ist und man die Hand daran hält, man den Feuerstrahl überall, wo man dieselbe auch berührt, aus der auswendigen Seite des Glases herausfahren sehe, und denselben in der Hand knistern höre.

Er bemerkte auch, daß, wenn bloß ein einzelner Drath um eine mit warmem Wasser gehörig angefüllte und geladene Phiole befestigt ward, man, sobald der Schlag geschah, die elektrischen Strahlen aus

aus dem Drathe herausfahren und das in der Phiole befindliche Wasser erleuchten sah.

Außerdem beobachtete Watson noch verschiedene andere das Entladen der Phiole betreffende wichtige Umstände. Er fand, daß der Schlag sich wie die Berührungspunkte der unelektrischen Körper an der auswendigen Seite des Glases verhielt. Als nun D. Bevis die Versuche zeigte, welche zum Beweise dieses Satzes dienten, ersann derselbe eine andere Einrichtung, denselben zu beweisen, wodurch sich die Kraft des geladenen Glases weit mehr verstärken ließ, als bey der ersten Entdeckung davon zu erwarten war. Diese Einrichtung bestand darin, daß Bevis die Phiole auswendig bis an den Hals mit dünnem Bley oder Zinnfolie überzog. Wenn eine Flasche auf diese Art zubereitet und mit Wasser fast bis oben an gefüllt ward, so nahm man wahr, daß eine Person, welche einen mit diesem Ueberzuge verbundenen Drathfaden bloß in ihrer Hand hielt, einen eben so starken Schlag fühlte, als es geschehen seyn würde, wenn ihre Hand jeden Theil der überzogenen Phiole wirklich berührt hätte.

Watson entdeckte ferner, daß die elektrische Kraft in dem Umkreise, welchen sie bey diesem Versuche macht, allemal den nächsten und kürzesten Weg zwischen dem elektrisirten Metalle und der Wasserflasche nehme. Er bemerkte, daß jemand, der in einer Gesellschaft einander die Hand gebender Personen zwey Personen in dem Kreise berührt, welche selbst einander berühren, nichts von dem Schlage empfinde, weil sein Körper keinen wesentlichen Theil des Kreises ausmacht; imgleichen, daß, wenn jemand, der einen Drath hält, welcher

mit der auswendigen Seite der Phiole communicirt, indem dieselbe an dem elektrisirten Flintenlaufe hängt, den Flintenlauf damit berührt, der Schlag zwar erfolgt, jedoch so, daß dieselbe Person nicht das Geringste davon empfindet.

In einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgelesenen Aufsatze gedenkt Watson noch einer andern die Leydensche Flasche betreffenden Entdeckung, welche D. Bevis angegeben hatte, und die von ihm ausgeführt worden war. Da er sich völlig überzeugt hatte, daß der aus der Phiole fahrende Schlag der in dem Glase befindlichen Quantität von Materie gar nicht gemäß war, sondern dadurch, so wie auch durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektrischer Körper an der auswendigen Seite des Glases, verstärkt ward; so nahm er drey irdene Krüge, worin er Schrot that, verband ihre Dräthe und ihren Ueberzug mit einander, und brachte aus ihnen allen, wie aus einem einzigen Kruge, den Schlag heraus. Hiebey bemerkte er nun, daß der elektrische Schlag von zweyen oder dreyen dieser Krüge nicht gedoppelt oder dreyfach stärker war, als der aus einem einzigen, sondern daß der Schlag von dreyen nur lauter war, als der von zweyen; und der von zweyen lauter, als der von einem.

Dieser Versuch hatte ihn veranlaßt zu glauben, daß der Schlag von diesen Krügen der starken Quantität der darin befindlichen unelektrischen Materie zuzuschreiben sey; und da er auf eine zuverlässige Methode dachte, ob sich dieses wirklich also verhalte, benachrichtigte ihn D. Bevis: er habe wahrgenommen, daß, als er die Seiten einer Glasscheibe, ohngefähr einen Zoll breit vom Rande, überzogen habe,

de, der elektrische Schlag eben so stark gewesen sey, wie er jemals von einer ein halbes Nösel Wasser haltenden Phiole seyn konnte. Hierauf überzog Watson grosse irdene Krüge, sowohl in- als auswendig, 1 Zoll breit von dem obersten Theile, mit Silberblättchen, und ward durch den daraus hervorgebrachten Schlag, da doch so wenig unelektrische Materie sich darin befand, auf die Gedanken gebracht, daß die Wirkung der Leydenschen Flasche nicht sowohl durch die Quantität der in dem Glase enthaltenen unelektrischen Materie, als vielmehr durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektrischer Körper innerhalb dem Glase, und durch die Dichtigkeit der Materie, woraus die Punkte bestehen, ungemein verstärkt werde, wo nicht gar hauptsächlich davon herrühre. Auch bemerkte er, daß der Schlag von heißem Wasser, welches in Gläsern verschlossen gewesen, stärker war, als von kaltem; und von seinen überzogenen Krügen, wenn sie warm gemacht worden, stärker war, als wenn dieselben kalt waren.

Ferner nahm Watson wahr, daß, wenn der Kreis zur Entladung nicht durch vollkommene Leiter hindurch gieng, der Schlag langsam und nicht auf einmal erfolgte. Dieses Gesetz, sagt er, war unveränderlich; allein er konnte die wahre Ursache davon nicht angeben. Um aber zu beweisen, daß die Elektricität mit ihrer ganzen Kraft durch den Bezirk unelektrischer Körper hindurch gehe, legte er eiserne Stangen in einem Kreise herum, und zwischen jeder Stange einen Löffel mit Spiritus; hier bemerkte er, daß bey erfolgtem Schlage sämmtliche Löffel auf einmal in Flamme standen. Es war dieß, wie er anführt, das erste mal, daß Geister in Brand ge-

riethen, ohne daß weder dieselben, noch die unelektrischen Körper, worauf sie standen, isolirt waren, oder auf Körpern, welche von Natur elektrisch sind, sich befanden. Der Durchgang der Elektricität aber, sagt er, durch den ganzen Umkreis der unelektrischen Körper ist so schnell, daß sie in leichten Körpern, welche man den unelektrischen sehr nahe stellt, weder durch Anziehen, noch irgend auf eine andere Art einige Veränderung hervorbringt.

Watson hatte sich gleich anfänglich, als er den Leydenschen Versuch anstellte, über die Ursache desselben folgende Vorstellungen gemacht. Eine Folge von Versuchen, welche nachher erzählt werden sollen, hatten ihn auf den Gedanken des Zu- und Ausflusses der elektrischen Materie bey allen elektrischen Versuchen gebracht. Er glaubte nämlich, aus diesen Versuchen erwiesen zu haben, daß die nahe an einem elektrischen Körper befindlichen Materien demselben eben so viel Elektricität zuführen, als in dem an sich elektrischen Körper befindlich, oder in dem elektrisirten angehäuft worden sey. Nimmt man also hiernach an, daß die Wasserphiole, welche ein Mensch in der Hand hält, bis zum höchsten Grade elektrisirt worden, und daß er mit einem Finger der andern Hand den Flintenlauf berührt, so verliert der Mensch in dem Augenblicke, da der Funke herausfährt, so viel Elektricität aus seinem Körper, als in dem Wasser der gläsernen Phiole und dem Flintenlaufe angehäuft gewesen war, und er empfindet in seinen beyden Armen die Wirkung des elektrischen Stromes, der mitten durch den einen Arm in den Flintenlauf, und durch den andern in die Wasserphiole fährt. Eben dieselbe Menge des elektrischen Feuers, die der Mensch alsdann verliert, wird un-

mit-

mittelbar aus dem Fußboden wieder ersetzt, und zwar mit eben der Heftigkeit, mit welcher sie sich verloren hat. Beyde elektrische Ströme, nämlich sowohl der, welcher aus dem Fußboden in den Menschen, als der, welcher aus dem Menschen in die Wasserphiole fährt, werden auf eine leicht begreifliche Art aufgehalten; entweder, wenn das Glas der Wasserphiole sehr dick ist, oder, wenn die Phiole nur in sehr wenigen Punkten von dem unelektrischen Körper berührt wird; imgleichen, wenn der Mensch auf einem an sich elektrischen Körper steht; oder auch, welches auf eins hinaus kommt, wenn die Sohlen an seinen Schuhen sehr trocken sind. Auch erhellt aus Watson's Anmerkungen über einige nachher zu erwähnende Versuche des Herrn Monnier, daß er sich damals einbildete, daß, ungeachtet eine beträchtliche Quantität elektrischer Materie durch das Glas hindurch gehe, dennoch der Verlust der elektrischen Materie auf diese Art demjenigen, was durch den Drath hinzugeführt wird, nicht gleichkomme, weil, wegen Dünne des Glases, die Elektricität nicht gänzlich, sondern nur zum Theil zurückgehalten werden kann.

Als aber nachher Watson auf Veranlassung einiger in der Folge zu erwähnenden Versuche seine bisherige Meynung wegen dieses Zu- und Ausflusses der elektrischen Materie änderte, wiederrief er zugleich diesen Grundsatz, und setzte, zur Widerlegung desselben, ferner hinzu, daß die Phiole einen eben so starken Schlag von sich gebe, wenn der Drathreifen umgebogen wird, so daß derselbe dicht an den Ueberzug der Phiole zu liegen kommt, ohne daß irgend ein andrer unelektrischer Körper, woraus eine solche Quantität wieder ersetzt werden könnte, sich in der Nähe

befinde. Auch hatte er beobachtet, daß, wenn jemand auf Glas stand und die Phiole berührte, er eben solchen Schlag empfand, als wenn er auf dem Fußboden gestanden hätte.

Auch Wilson beschäftigte sich mit dem leydenschen Versuche, und wir haben ihm verschiedenes zu danken, was angeführt zu werden verdient. Er versichert, gleich zu Anfange des Jahrs 1746 eine Methode, den Schlag irgend einem besondern Theile des Körpers beyzubringen, ohne daß das übrige getroffen werde, entdeckt zu haben. Er verstärkte die Gewalt des Schlages dadurch, daß er die Phiole in Wasser untertauchte, und ihr auf solche Art auswendig einen Ueberzug von Wasser, eben so hoch als sie inwendig angefüllt war, gab e).

In einem aus Dublin am 6. Oct. 1746 an Smeaton erlassenen Schreiben erzählt Wilson einige Versuche, welche von ihm angestellt worden sind, um das Gesetz der Anhäufung der elektrischen Materie in der leydenschen Flasche zu entdecken; wobey er gefunden hat, daß dasselbe mit der Dünne des Glases, mit der Oberfläche desselben, und mit der Oberfläche der entweder die in- oder auswendige Seite desselben berührenden unelektrischen Körper allemal in einem genauen Verhältnisse stehe. Die Versuche wurden mit Wasser angestellt, welches ein wenig warm gemacht worden, und in die Flasche gegossen ward, unterdessen daß die auswendige Seite in ein mit Wasser, welches aber etwas kälter war, angefülltes Gefäß versenkt ward, jedoch so, daß 3 Zoll, oder ohngefähr so viel, unbedeckt blieben, welche trocken erhalten, und gegen Staub geschützt wurden. Diesen Versuch meldete er

e) Essay. p. 88.

er Herrn Folkes, der der königl. Societät am 23. Octob. 1746. vorgelesen ward, wie aus ihrem Protocolle von diesem Tage zu ersehen ist.

Noch einen andern artigen Versuch stellte Wilson an, um eine Lehrmeynung zu beweisen, worauf er vorlängst gefallen war, den Einfluß eines subtilen Mittelkörpers betreffend, der alle Körper umgiebt, und dem Eintritte oder Ausflusse der elektrischen Materie widersteht. Um hierin zur Gewißheit zu gelangen, stellte er den Leydenschen Versuch mit einer Kette an, und betrachtete jedes Glied derselben in so fern es wenigstens zwey Oberflächen hat, so daß das Verlängern oder Verkürzern der Kette bey jedem Versuche einen verschiedenen Widerstand verursachte. Der Erfolg war, wie er versichert, seiner Erwartung gemäß. Wenn er den elektrischen Schlag blos mit einem Drathe heraus lockte, so fand er den Widerstand nicht so stark, als wenn er sich einer Kette bediente. Um aber die Sache außer allem Zweifel zu setzen, hieng er ein Gewicht an die Kette, um sie solchergestalt auszustrecken, damit die Glieder dichter an einander schließen möchten. Er bemerkte denselben Erfolg, als wenn er sich bloß eines Draths bediente.

Als er zwey Kreise gezogen hatte, wovon der eine aus den Armen eines Menschen, und der andere aus den Gliedern einer Kette bestand, so nahm er wahr, daß das Feuer sich nach den Armen des Menschen, wenn hingegen die Kette aus einander gestreckt war, nach der Kette hinzog. Es kann sich, sagt er, niemand, der den Versuch nicht selbst gemacht hat, vorstellen, mit welcher Kraft die Kette angezogen werden müsse, ehe der Versuch gelingen will, und wie die elektrische Flüssigkeit hindurch gehe, ohne an einem

nem einzigen Gliede einen Funken hervorzubringen; d. i. ehe die Glieder völlig so nahe an einander gebracht werden können, daß sie einander genau berühren, weil ihre eigene Schwere durchaus nicht dazu hinreichend ist.

Wilson bemerkte, daß, wenn ein Theil der Leydenschen Flasche sehr dünn geschliffen und mit Siegellack überzogen ward, bis sie geladen war, und alsdann der Siegellack abgenommen und ein mit der Erde verbundener Leiter an den dünnen Theil gehalten ward, die Ladung beynahe in halb so vieler Zeit, als sonst geschehen wäre, sich zerstreuete. Auch nahm er wahr, daß Körper außerhalb des elektrischen Kreises von dem Schlage erschüttert wurden, wenn sie bloß irgend einen Theil desselben berührten, oder demselben sehr nahe lagen. Um dieses aufs deutlichste zu zeigen, stellte er eine geladene Phiole auf einen gläsernen Ständer, und legte verschiedene Stücke Kupfer auf den Ständer, das eine ganz dicht an die Kette, welche den Kreis bildete, und die andern ein Zwanzigtheil eines Zolls von derselben, oder von einander, entfernt; da denn bey erfolgter Entladung ein Funke zwischen jedem derselben ganz deutlich zu sehen war. Einige Aehnlichkeit hiemit hatte einiger Maaßen folgende von ihm gemachte Beobachtung: wenn nämlich der Kreis nicht aus Metallen oder andern guten Leitern bestand, so empfieng diejenige Person, welche denselben berührte, in dem Arme, welcher den Kreis berührte, einen ziemlich starken Schlag.

Ferner bemerkte er, daß, wenn die Phiole in- und auswendig mit Metallen überzogen war, der erste Schlag die größte Proportion mit den folgenden hatte, indem die ganze Ladung fast auf einmal zer-

streuet

streuet war; da hingegen beym Gebrauche des Wassers die folgenden Schläge häufiger und stärker waren; und, wenn die Phiole mit nichts weiter als einem hineingesteckten Drathe geladen war, der erste Schlag, und die folgenden Schläge noch mehr, einander fast gleich waren.

Als es sich einst ereignete, daß Wilson bey Gelegenheit des convulsivischen Schlages, welchen die leydenschen Flasche seinen Armen gegeben hatte, einen dünnen Drath zerbrach, befestigte er an seine mit Leder wohl verwahrten Hände einen stärkern Drath von der Dicke einer mittelmäßigen Stricknadel, und nahm eine solche Stellung, daß derselbe nothwendig ausgedehnt werden mußte, wenn sein Arm etwa abermals convulsivisch erschüttert werden sollte. Als er darnach den Schlag aus der Phiole heraus lockte, zerbrach dieser Drath ebenfalls, wie der vorige.

Georg Graham[f]) zeigte, wie verschiedene Kreise zur Entladung der leydenschen Flasche zugleich gezogen werden könnten, und wie man es anzustellen habe, daß das Feuer durch dieselben insgesammt hindurch müßte. Er ließ einer Anzahl Personen eine metallene Platte halten, welche mit der auswendigen Seite der Phiole verbunden war, und alle zusammen gleichfalls ein kupfernes Stängchen, womit der Schlag herausgelockt war, anfassen, da sie denn insgesammt zugleich und in gleichem Grade erschüttert wurden.

Endlich fand Canton[g]), daß, wenn eine geladene Phiole auf elektrische Körper gestellt ward, der Drath und der Ueberzug einen oder zwey Funken wechsel-

f) *Wilson's* essay. p. 128.

g) Ibid. p. 64.

selsweise von sich gaben, und bey fortgesetzter Operation die Phiole den Schlag hervorbrachte. Diese Entdeckung hat mit der wichtigen Entdeckung des D. Franklin eine nahe Verwandtschaft; allein Canton bemerkte damals nicht, daß diese abwechselnde Funken von beyden entgegengesetzten Elektricitäten herkamen. Ja Gralath und Richmann beobachteten bey verschiedenen Fällen einen stärkern Funken zwischen beyden Körpern, wenn sie beyde elektrisirt worden waren, als wenn bloß einer elektrisch gemacht war; keiner von ihnen aber fiel auf die Vermuthung, daß die Elektricitäten von verschiedener Art wären [h]).

Gerade zu der Zeit, da Musschenbroek's Bericht von dem Versuche mit der Flasche bey dem Herrn von Reaumur in Frankreich eintraf, waren eben daselbst verschiedene Gelehrte mit der Elektricität beschäftigt. Die Herren Nollet und le Monnier wurden durch diesen Bericht so sehr aufgemuntert, diesen Versuch, ungeachtet Musschenbroek ihnen durch sein Schreiben Furcht eingeflößt haben mußte, zu wiederholen. Ihrer Versicherung nach fanden sie ebenfalls die Erschütterung überaus heftig. Die Nachricht hievon verbreitete sich augenblicklich an den Hof und durch die ganze Stadt, und eine große Menge Menschen war neugierig, die Wirkung dieser neuen Erscheinung zu sehen und zu erfahren.

Der Abt Nollet war der erste, welcher in Frankreich Versuche mit der Phiole machte. Alle Beobachtungen, welche er hiebey wahrgenommen hatte, finden sich in seinen Leçons de physique. p. 481. Die Umstän-

h) Wilke, in seiner Vorrede zur deutschen Uebersetz. der Briefe des Hrn. Franklin.

Umstände, welche die englischen Naturforscher außer Acht gelassen hatten, sind folgende:

Der Abt Nollet bekam einen Schlag von einer Flasche, aus welcher er die Luft herausgezogen und worin er das Ende seines Leiters gesteckt hatte. Diese Entdeckung war bloß zufällig: denn er erhielt den Schlag, als er die eine Hand in der Absicht an das gläserne Gefäß hielt, um das schöne Strahlenschießen des elektrischen Lichts nach demselben hinzu im luftleeren Raume zu beobachten, und als er seine andere Hand an den Leiter brachte, um etwas an demselben zurecht zu machen. Der Schlag, welchen er bekam, war, wie er versichert, stärker, als er ihn jemals von dem Leydenschen Versuche bey irgend einer andern Einrichtung empfand.

Er bemerkt, daß er das Wasser weiter von keinem Nutzen, als die elektrische Materie nach der inwendigen Seite des Glases zu bringen, betrachte, und daß er die Kraft des Glases, einen Schlag hervorzubringen, derjenigen Eigenschaft desselben zuschreibe, vermöge welcher es dieselbe stärker, als Leiter thun, zurück behält, und derselben nicht so leicht, wie diese, beraubt wird.

Le Monnier soll nach Buffon's Versicherung am ersten entdeckt haben, daß die Leydensche Flasche ihre Elektricität noch lange nachher, nachdem man sie geladen hat, behalte. Er soll dieses zur Zeit des Frostes auf 36 Stunden lang so befunden haben. Er elektrisirte seine Phiole gemeiniglich zu Hause, und trug sie in seiner Hand viele Straßen hindurch von dem Harcourt-Collegio nach seinen Zimmern in dem Königsgarten, ohne eine merkliche Verminderung ihrer Wirksamkeit.

Nol-

Nollet machte in Gegenwart des Königs einen Verbindungskreis von 180 Personen, und in dem Carthäuserkloster zu Paris machte die ganze Communität eine Reihe von 900 Toisen aus, vermittelst eiserner Dräthe zwischen jeden 2 Personen; den elektrischen Schlag, welcher aus der Phiole herausgelockt wurde, fühlten alle in ein und demselben Augenblicke auf gleiche Weise.

Auch versuchte Nollet die Wirkung des elektrischen Schlages bey zwey Vögeln, und zwar bey einem Sperlinge und einem Finken, zuerst; bey dem ersten Schlage wurden beyde augenblicklich so heftig gerührt, daß sie ohne Bewegung blieben, und kaum einige Zeichen des Lebens mehr von sich gaben, wiewohl nur eine Zeitlang, denn nach wenigen Minuten erholten sie sich wieder. Von dem zweyten Schlage ward der Sperling wirklich getödtet. Auch Fische wurden durch den elektrischen Schlag von Nollet und andern getödtet.

Auch gedenkt Nollet des Zerberstens der gläsernen Gefäße von dem elektrischen Schlage. Es bekamen dieselben, wie er versichert, runde Löcher, 3 bis 4 Linien breit.

Die englischen und französischen Schriftsteller scheinen beobachtet zu haben, daß die Phiole, wenn sie auf Glas stand, nicht geladen werden konnte, außer wenn Jemandes Hand, oder sonst eine unelektrische Substanz nahe daran gebracht ward. Hiebey meinten sie, daß das Feuer aus der Hand heraus strömte, und durch die Substanz der Phiole hindurch in das Wasser gienge. Auch bemerkten sie, daß ein leichter Körper von einer geladenen Phiole, die auf

auf dem Tische stand, angezogen ward, wenn jemand den Drath berührte; ward hingegen die Phiole selbst berührt, so ward der leichte Körper mit einer Kraft zurückgestoßen, welche dem Anziehen desselben in dem vorhergehenden Falle gleich war. Ferner fanden sie, daß die geladene Phiole, wenn sie auf Glas stand, sich ohne alle Gefahr berühren ließ. Alle diese Versuche scheinen aber nicht mit gehöriger Vorsicht angestellt worden zu seyn; denn durch Aufmerksamkeit auf eben diese Umstände ward nachher Franklin auf die wichtige Entdeckung der verschiedenen Beschaffenheit der Elektricität von verschiedenen Seiten des Glases geleitet.

Die Erfindung der leydenschen Flasche gab Veranlassung zu großen und weit ausgedehnten elektrischen Versuchen, wobey sich die französischen Naturforscher zuerst auszeichneten. Es ist bereits angeführt, daß man einen Umkreis von 900 Toisen machte, welcher aus Menschen bestand, wovon allemal zwey und zwey einen Drath hielten, durch welchen der elektrische Schlag sehr merklich zu fühlen war. Ein anderesmal leitete man den Schlag durch einen 2000 Toisen langen eisernen Drath, der beynahe eine französische Meile ausmacht, wovon ein Theil mitten durch eine Wiese gieng, auf welcher das Gras noch naß vom Thaue war; ein anderer ward über eine Hagebüchenhecke geführt und um verschiedene Bäume geschlungen, und ein großer Theil lag auf einem frisch gepflügten Acker; aller dieser Hindernisse ungeachtet aber ist die Elektricität doch durchgedrungen, und hat, wie sonst, die heftige Erschütterung verursacht. Le Monnier hatte um das Bassin des königlichen Gartens der Thuillerien, welches 100 Quadratruthen hält,

 und

und dessen Tiefe $2\frac{1}{2}$ Fuß ist, von aussen einen eisernen Drath auf solche Art gezogen, daß die beyden Enden des Draths die beyden Enden des Bassins berührten, ohne daß der Drath an das Wasser kam; eine Person hielt mit der linken Hand das eine Ende des Draths, und tauchte einen Finger der rechten Hand in das Wasser; le Monnier aber hatte das andere Ende des Draths in der rechten Hand, und in der linken die elektrisirte Bouteille. Sobald er nun mit dem eisernen Drathe der Bouteille an den Knopf eines in das Bassin gesteckten Degens kam, fühlte die andere Person, welche ihren Finger in das Wasser getaucht hatte, einen empfindlichen Schlag. le Monnier war der Meynung, daß das ganze Bassin bey diesem Versuche elektrisirt worden sey. Gralath stellte verschiedene Versuche an, welche beweisen, daß Körper, durch welche der erschütternde Stoß geht, eigentlich dadurch gar nicht elektrisch werden.

Auch suchte le Monnier der jüngere die Geschwindigkeit der elektrischen Materie zu bestimmen, und ließ in dieser Absicht den elektrischen Schlag durch einen 950 Toisen langen eisernen Drath fahren; konnte aber nicht bemerken, daß derselbe zum Hindurchgehen eine Viertelsekunde gebrauchte. Ferner fand er, wenn ein Drath von 1319 Fuß, welchen er in der Mitte zusammengebogen hatte, so daß die beyden Enden nahe bey einander kamen, auf seidene Schnüre gelegt und elektrisirt ward, und er hernach an eines von beyden Enden den Finger hielt, daß ein Funke herausfuhr, und die Elektricität sich am andern Ende in demselben Augenblicke verlor. Man kann daher, seiner Meynung nach, nicht sagen, daß

der

der Funke die elektrische Materie mit einer solchen Geschwindigkeit durch alle Theile des Körpers fortreibe, weil hier im Gegentheil die in dem Drathe überall vertheilte Elektricität sich gegen den Ort, wo der Funke entsteht, zurückzieht, oder ihn wohl selbst hervorbringt."

Besonders merkwürdig sind aber diejenigen Versuche, welche von den Engländern angestellt wurden, und die einer vorzüglichen Erwähnung verdienen. Die Hauptperson dabey war D. Watson. Er ordnete alle Operationen an, dirigirte sie, und war bey jedem Versuche allemal selbst gegenwärtig. Seine vornehmsten Gehülfen waren: Martin Folkes, Carl Cavendish, D. Bevis, Graham, D. Birch, Peter Daval, Trembley, Ellicott, Robins und Short. Verschiedene andere Personen leisteten hiebey gelegentlich auch einige Dienste.

Watson, welcher die Geschichte von ihrem Verfahren aufzeichnete, um sie der königlichen Societät vorzulegen, bemerkt zuvörderst, daß die elektrische Kraft in dem Umkreise, den sie bey diesem Versuche macht, nicht allemal im eigentlichen Verstande den nächsten und kürzesten Weg zwischen dem elektrisirten Metalle und der Wasserflasche nehme, wofern nicht die Körper, durch welche sie geht, recht gleich leiten; sondern, wenn sie ungleich leiten, die elektrische Kraft allemal durch die besten Leiter hindurch, wenn sie auch noch so lang sind, einen Umkreis macht.

Der erste Versuch, welchen diese Herren machten, war, daß sie den elektrischen Schlag den Themsefluß quer über leiteten, indem sie das Wasser des Flusses zu dem einen Theile der Communicationskette

 mach-

machten. Dieses vollzogen sie am 14. und 18. Jul. 1747, indem sie einen Drath, der Länge der Westmünsterbrücke nach, in einer ziemlichen Höhe über dem Wasser befestigten. Das eine Ende dieses Drathes hatte mit dem Ueberzuge einer geladenen Phiole Communication; das andere ward von einem Beobachter gehalten, welcher in seiner andern Hand einen eisernen Stab hielt, den er in den Fluß eintauchte. An der entgegengesetzten Seite des Flusses stand eine Person, welche gleichfalls mit der einen Hand einen eisernen Stab in den Fluß tauchte, und in der andern einen Drath hielt, mit dessen Ende sie den Drath der Phiole berühren konnte.

Bey Hervorlockung des Funkens ward der Schlag von den Beobachtern an beyden Seiten des Flusses empfunden; am stärksten aber von denjenigen, welche auf derselben Seite, wo die Maschine stand, sich befanden; indem ein Theil des elektrischen Feuers von dem Drathe auf die nassen Steinen der Brücke hernieder gefahren war, und deßwegen verschiedene kürzere Wege nach der Phiole machte, aber doch noch durch diejenigen, welche mit der Maschine auf einer Seite standen, hindurch fuhr. Dieses erhellte gewisser Maaßen an einigen Personen, welche einen empfindlichen Schlag in ihren Armen und Füßen fühlten, und zu der Zeit, da die eine Erregung des Funkens geschah, bloß von ohngefähr den Drath berührten, als sie auf nassen Stufen, welche nach dem Flusse hinabführten, standen. Bey der einen Erregung der Funken, welche bey dieser Gelegenheit geschah, wurde Spiritus durch das Feuer, welches durch den Fluß hindurch gefahren war, in Brand gesetzt.

Bey

Bey dieser und den folgenden Gelegenheiten bedienten sich die Herren anstatt der Ketten lieber der Dräthe, und zwar unter andern Ursachen vornämlich deßwegen, weil die durch Ketten fortgeleitete Elektricität nicht so stark war, wie die durch Drath geleitete. Dieses ward, wie sie wohl bemerkten, durch die Aneinanderfügungen der Glieder, als welche nicht dicht genug an einander schlossen, veranlaßt, wie aus dem Knistern und dem Feuerstrahle bey jedem Gelenke, wo sich die wenigste Absonderung befand, erhellte. Da dieses kleinere Knistern durch die ganze Länge einer Kette sehr zahlreich war, so mußte nothwendig die Hauptentladung an dem Flintenlaufe sehr beträchtlich verringert und geschwächt werden.

Der nächstfolgende Versuch hatte zur Absicht, den elektrischen Schlag zu zwingen, auf dem neuen Flusse bey Stoke Newington einen Umkreis von 2 Meilen zu machen. Dieses vollzogen sie am 24. Jul. 1747 an zwey Orten; der eine lag zu Lande 800, und zu Wasser 2000, der andere zu Lande 2800, und zu Wasser 8000 Fuß weit. Die Einrichtung des elektrischen Geräths war derjenigen, der sie sich vorher auf der Westminsterbrücke bedient hatten, gleich, und der Erfolg ihren möglichsten Erwartungen gemäß. Als aber die Beobachter an beyden Enden der Kette, welche in das Wasser hineingieng, den Schlag in beyden Fällen fühlten, sowohl wenn sie mit ihren in die Erde gesteckten eisernen Stäben 20 Fuß weit von dem Wasser standen, als auch, wenn sie dieselben in den Fluß eintauchten; so veranlaßte dieß einen Zweifel, ob der elektrische Umkreis durch die Krümmungen des Flusses gienge, oder aber den kürzern Weg über das Erdreich der Wiese nähme; denn wie

 der

der Versuch klar zeigte, so ward die Elektricität durch den Boden der Wiese und das darauf stehende Gras sehr gut abgeleitet.

Durch die folgenden Versuche wurden sie völlig überzeugt, daß die Elektricität in diesem Falle nicht durch das Wasser des Flusses, welcher 2 Meilen lang war, sondern zu Lande, woselbst die Distanz nur eine Meile betrug, ihren Weg genommen hatte, auf welchem Wege jedoch die elektrische Materie zweymal über den Fluß und durch verschiedene Sandgruben und ein ansehnliches Stoppelfeld hatte gehen müssen.

Am 28. Jul. stellten sie den Versuch abermals an demselben Orte, jedoch mit folgender Veränderung der Umstände an. Der eiserne Drath ruhete seiner ganzen Länge nach auf trockenen Stäben, und die Beobachter standen auf Körpern, welche von Natur elektrisch waren. Der Erfolg davon war, daß sie den Schlag weit stärker empfanden, als wenn der ableitende Drath auf dem Erdreiche gelegen, und die Beobachter ebenfalls auf der bloßen Erde gestanden hätten, wie bey dem vorhergegangenen Versuche.

Nachher entschlossen sich die Beobachter, ohne daß weiter die geringste Veränderung bey dem Versuche vorgenommen ward, anstatt ihre eisernen Stangen in das Wasser zu tauchen, sie in das Erdreich, jeder 150 Fuß von dem Wasser entfernt, zu stecken. Sie bekamen beyde einen sehr heftigen erschütternden Stoß, ungeachtet sie ohngefähr 500 Schuh von einander entfernt standen.

Dieselben Herren unternahmen noch einen andern Versuch, in der Absicht, zu bestimmen, ob sich

sich die elektrische Kraft durch trockenes Erdreich hindurch leiten ließe, und dieselbe zugleich durch Wasser hindurch noch weiter, als vorher geschehen war, zu führen. Zu dieser Absicht wählten sie den Flecken Highbury, jenseit Islington, woselbst sie am 5. Aug. 1747 den Versuch vollzogen. Sie suchten eine Stelle für ihre Maschine aus, welche von zwey andern Stellen für Beobachter an dem neuen Flusse beinahe gleich weit entfernt war, die etwas über eine Meile zu Lande, und zwey Meilen zu Wasser von einander waren. Sie fanden, daß die Straßen zu London, wenn sie trocken waren, sehr stark, ungefähr auf 40 Yards, und die trockene Landstraße zu Newington ungefähr eben so weit leiteten. Der Erfolg dieses Versuchs stimmte mit ihren Erwartungen überein. Das elektrische Feuer nahm den Umkreis um das Wasser herum, wenn die Dräthe sowohl als auch die Beobachter auf Körpern, welche von Natur elektrisch waren, ruheten, und die eisernen Stangen in den Fluß eingetaucht wurden. Auch fühlten beyde den Schlag, wenn der eine Beobachter in einer trockenen Sandgrube, der Maschine ungefähr 300 Yards näher als bey der vorigen Station, und 100 Ruthen von dem Flusse entfernt stand; wodurch die Herren überzeugt wurden, daß der trockene sandige Boden eben so stark wie Wasser die Elektricität abgeleitet hatte.

Durch die erschütternden Schläge, welche die Beobachter an ihrem Körper bekamen, wenn die elektrische Kraft auf trockenen hölzernen Stäben fortgeleitet ward, wurden sie auf die Meynung gebracht, daß nach der Verschiedenheit der Entfernung, an und für sich betrachtet, die Stärke des Schlages, so

 viel

viel als sie noch durch die Erfahrung gefunden hatten, sehr wenig oder gar nicht vermindert worden wäre. Wenn die Beobachter auf elektrischen Körpern stan- den, und das Wasser oder das Erdreich mit den ei- sernen Stäben berührten, so fühlten sie den Schlag allemal in ihren Armen oder Handgelenken; standen sie mit ihren eisernen Stäben auf dem Erdreiche, so empfanden sie die Erschütterung in ihren Ellenbogen, Gelenken an der Hand, und Knöcheln am Fuße; und standen sie auf dem Erdreiche ohne Stäbe, so fühlten sie beständig den Schlag in dem Ellenbogen und den Gelenken an derjenigen Hand, worin sie den ableitenden Drath hielten, und in beyden Knöcheln am Fuße.

Der letzte Versuch dieser Art, welchen sie anstell- ten, sollte zur Untersuchung dienen, ob der elektrische Schlag in einer zweymal größern Entfernung, als derselbe vorher geleitet worden war, auf einem völlig trockenen Boden zu empfinden sey; und ob es mög- lich sey, den Unterschied zwischen den Geschwindigkei- ten der Elektricität und des Schalles ausfindig zu machen. Der Drath, welcher mit der eisernen Stan- ge verbunden war, war 6732 Fuß lang, und ruhete auf hölzernen Stäben, welche im Ofen gedörrt wa- ren; eben so wie der Drath, welcher mit dem Ueber- zuge der Phiole in Verbindung stand, und 3868 Fuß lang war. Die Beobachter waren 2 Meilen von einander entfernt. Der Erfolg des Schlages zeigte, daß die elektrische Materie einen Umkreis von 4 Mei- len gemacht hatte, nämlich 2 Meilen Drath, und 2 Meilen trockenen Boden, als den Raum zwischen den äußersten Enden der Dräthe. In demselben Augen- blicke, da die Erregung des Funkens geschah, ward

zugleich

zugleich eine Flinte loß geschossen, und die Beobachter hatten Taschenuhren in ihre Hände genommen, um den Zeitpunkt, in welchem sie den Schlag bemerkten, zu bestimmen; so viel sie aber unterscheiden konnten, hatte die Elektricität diesen großen Umkreis in einem einzigen Augenblicke zurückgelegt.

Bey allen Erregungen des Funkens, wo der Umkreis von beträchtlicher Länge war, bemerkte man, daß, ungeachtet die Phiole sehr gut geladen war, doch das durch die Erregung des Funkens verursachte Schnappen an dem Flintenlaufe bey weitem nicht so laut war, als wenn der Umkreis in einem Zimmer geschah.

Uebrigens wünschten sie noch, in Ansehung der eigentlichen Geschwindigkeit der Elektricität in einer gewissen Entfernung etwas Zuverlässiges bestimmen zu können, indem sie gern wissen mochten, ob die Zeit hiezu auszumessen sey. In dieser Absicht hatte Watson folgende Methode ersonnen: Es wurde ein elektrischer Umkreis von 2 Meilen vermittelst verschiedener Wendungen des Draths auf demselben Felde veranstaltet. Die Mitte dieses Umkreises brachte man auf denselben Platz, wo die Maschine stand, woselbst ein Beobachter in jede Hand ein Ende der Dräthe nahm, deren jeder 1 Meile lang war. Bey dieser Einrichtung des Geräths, wobey die zwischen der Erregung des Funkens und dem Schlage verfließende Zeit aufs genaueste beobachtet werden konnte, ward der Funken zu verschiedenen malen aus der Phiole hervorgelockt; der Beobachter selbst aber empfand allemal in ein und demselben Augenblicke, da er den Funken erregte, auch den erschütternden Stoß. Hierdurch wurden sie völlig überzeugt, daß durch die ganze Län-

ge dieses Draths hindurch, welcher doch 12276 Fuß lang war, die Geschwindigkeit der elektrischen Materie augenblicklich war.

Watson [i]) entdeckte, daß die gläsernen Röhren und Kugeln die elektrische Kraft nicht in sich selbst enthalten, sondern bloß, wie er sich ausdruckt, zu den ersten bewegenden und bestimmenden Ursachen dieser Kraft dienen. Auf diese Entdeckung ward er zuerst durch die Bemerkung gebracht, daß beym Reiben der Glasröhre, da er unterdessen auf einem aus Wachs zubereiteten Kuchen stand, die Kraft ganz seiner Erwartung entgegen dermaßen geschwächt ward, daß, wenn ein Anderer irgend einen Theil seines Leibes berührte, kein Schnappen zu bemerken war; daß hingegen alsdann, wenn eine unelektrisirte Person ihre Hand nahe an die Röhre hielt, nachdem dieselbe vorher gerieben worden, das Schnappen sehr deutlich zu vernehmen war.

Derselbe Erfolg zeigte sich, wenn die Kugel unter eben dergleichen Umständen herum gedreht ward. Denn wenn derjenige, welcher das Rad in Bewegung setzte, sammt der Maschine in Seide aufgehängt war, und den Fußboden mit dem einen Beine berührte, so fuhr das elektrische Feuer aus dem Leiter heraus; verhütete derselbe hingegen alle Verbindung mit dem Fußboden, so kam kein Feuer zum Vorschein.

Durch diese und die folgenden Versuche entdeckte Watson den von ihm also genannten Kreislauf der elektrischen Materie. Er fand, daß bloß ein oder zwey Funken aus seiner Hand nach der isolirten Maschine fuhren, außer wenn er zugleich eine Ver-

i) Philos. Trans. abrig. Vol. X. p. 303.

Verbindung zwischen dem Leiter und dem Fußboden veranstaltete, in welchem Falle ein beständiger und häufiger Abfluß der elektrischen Materie nach der Maschine zu statt fand.

Als seine Hand den Leiter berührte, nahm er wahr, daß derjenige, welcher die isolirte Maschine umdrehete, Funken von sich gab, welche leicht feuerfangende Materien entzündeten, und andere elektrische Erscheinungen, welche gemeiniglich mit dem Leiter vorgenommen werden, hervorbrachten. Er machte sich also die Vorstellung, daß das Feuer aus der Person käme, aus demselben Grunde, warum alle Elektrisirer vorher geglaubt hatten, daß dasselbe aus dem Leiter käme. Und als er sah, daß die Person kein Feuer von sich gab, außer wenn eine Verbindung zwischen dem Fußboden und dem Leiter statt fand, so schloß er, daß das Feuer durch die Verbindung wieder ersetzt würde, und daß der Lauf der Elektricität, wie er sich ausdrückt, umgekehrt war.

Damals vermuthete man nicht, daß das Auge unterscheiden könnte, was für eine Richtung der elektrische Funke nähme. Die Elektrisirer waren der Meynung, daß alle elektrische Kräfte, und folglich auch die elektrische Flüssigkeit, in dem durch Reiben elektrisch gemachten Körper vorhanden wären, und daß, was für Kräfte auch durch elektrisirte Körper hervorgebracht würden, solche von einer wirklichen Mittheilung der elektrischen Materie an dieselben herrührten. Da aber Watson fand, daß bey aufgehobener Verbindung des elektrischen Körpers mit dem Fußboden alle elektrische Operationen unterbrochen wurden, so schloß er daraus, daß die elektrische Flüssigkeit sich aus dem Fußboden in die Person, welche

das

das Reiben verrichtet, hineinzöge, und von da nach der Kugel gebracht würde. Aus demselben Grunde, als er sah, daß die Person, welche das Reiben verrichtete, oder diejenige, welche mit ihr Verbindung hatte, keine Funken von sich gab, außer wenn der Leiter mit dem Fußboden in Verbindung stand, zog er daraus die Folge, daß die Kugel aus dem Leiter einen neuen Vorrath in sich zöge.

Als Watson diese Versuche mit einander verglich, ward er dadurch auf die Folge geleitet, daß bey allen elektrischen Operationen sowohl ein Zufluß der elektrischen Materie nach der Kugel und dem Leiter, als auch ein Abfluß derselben elektrischen Materie von ihnen statt fände.

Als er wahrnahm, daß ein Stück Silberblättchen, zwischen einer durch den Leiter elektrisch gemachten Platte und einer andern mit dem Fußboden in Verbindung stehenden, schwebend blieb, so machte er daraus folgenden Schluß: Kein Körper kann anders im Gleichgewicht erhalten werden, als vermittelst der vereinigten Wirkung zweyer einander entgegengesetzten Richtungen von Kraft. Hier treibt also das Blasen des elektrischen Aethers aus der elektrisch gemachten Platte das Silber nach der unelektrischen Platte; und diese hinwiederum treibt, vermöge des Blasens des aus dem Fußboden hindurch streichenden elektrischen Aethers, das Silber nach der elektrisirten Platte. Man findet daher auch, daß der Zug des elektrischen Aethers aus dem Fußboden mit der durch die Kugel über Flintenlauf hinweg gestoßenen allemal in einem genauen Verhältnisse steht, oder aber es kann das Gleichgewicht, wodurch das Silber frey schwebend erhalten wird, gar nicht statt finden.

Wat-

Watson bemerkt, daß der Abt Nollet zwey Jahre vorher, ehe er dieß bekannt machte, es als seine Meynung geäußert habe, daß die elektrische Materie nicht nur von den elektrisirten Körpern, sondern auch von allen übrigen in einer gewissen Entfernung um dieselben herum befindlichen herkäme.

Einige Zeit nachher bemerkt Watson in einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgelesenen Aufsatze, daß D. Bevis seinen Versuch, daß das Reiben der gläsernen Röhre oder Kugel die elektrische Materie nicht hervorbringe, sondern bloß zuführe, zu beweisen weiter als er gebracht habe. Denn er hatte über ein Jahr vorher beobachtet, daß, wenn man sowohl eine Person zum Reiben der Röhre oder Kugel, als auch eine andere zum Berühren derselben, und den Leiter auf elektrische Körper stellt, sie beyderseits, die reibende sowohl als die das elektrisch gemachte Glas anrührende Person einen Funken von sich geben; imgleichen, daß wenn beyde einander berühren, das Schnappen stärker ist, als wenn eine von ihnen eine auf dem Fußboden stehende Person anrührt. Dieses scheint Hrn. Watson veranlaßt zu haben, seine vorige Meynung, in Ansehung des Zu- und Abflusses der elektrischen Materie, zu berichtigen; denn er erklärt diesen Umstand dadurch, daß er annimmt, es werde derjenigen Person, welche den Leiter berührt, eben so viel Elektricität gegeben, als von der reibenden Person genommen werde. Auf solche Weise, sagt er, war die Elektricität der einen Person dünner als im natürlichen Zustande, die Elektricität der andern hingegen dichter; so daß die Dichtigkeit der Elektricität zwischen den beyden Personen weit mehr verschieden ist, als

die

die zwischen einer von ihnen und einer andern auf dem Fußboden stehenden Person. Auf diese Art entdeckte Watson, was Franklin um dieselbe Zeit in Amerika beobachtete und das plus und minus in der Elektricität nannte.

Watson bemerkte, daß die Flamme an dem Ende eines elektrisirten Draths der Hand so empfindlich war, wie ein kühles Blasen des Windes, und daß, wenn leichte Substanzen zwischen einer elektrisirten und einer mit dem Fußboden verbundenen Platte angezogen und wieder zurückgestoßen wurden, dieses abwechselnde Anziehen und Zurückstoßen überaus geschwind auf einander erfolgte, so daß man mit dem Auge kaum nachfolgen konnte; und daß, wenn eine sehr leichte und fein geblasene gläserne Kugel, von ohngefähr 1 Zoll im Durchmesser, auf eine metallene Platte gelegt und eine andere Platte an den Leiter darüber gehängt ward, die Schläge von dem abwechselnden Anziehen und Zurückstoßen fast zu geschwind für das Ohr waren. Aus diesem letztern Versuche nahm er zugleich auch einen Beweisgrund für die ungemeine Geschwindigkeit her, mit welcher sie angezogen und zurückgestoßen wurden. Er versichert, daß, wenn man die Kugeln von einer Höhe von 6 Fuß und darüber, auf einen hölzernen Fußboden oder gar auf eine metallene Platte fallen ließ, sie sehr selten zerbrachen; daß sie hingegen von dem Anziehen und Zurückstoßen zwischen diesen Platten, obgleich die Distanz nicht mehr als $\frac{1}{6}$ eines Zolls betrug, zerbrochen wurden.

Auch bewieß Watson, daß die elektrische Materie durch die Substanz des Verbindungsmetalles hindurch, und nicht über die Oberfläche desselben hinweg

weg gienge; denn als er einen Drath mit einem Gemenge von Wachs und Harz überzog, so wurde der aus einer Phiole erregte elektrische Funken mitten durch denselben hindurch geführt.

Monnier der jüngere entdeckte, daß die Elektricität den Körpern von einerley Art nicht im Verhältnisse ihrer Massen, sondern vielmehr im Verhältnisse ihrer Oberflächen mitgetheilt wurde, jedoch so, daß alle gleiche Oberflächen nicht gleiche Quantitäten von Elektricität bekommen, sondern daß diejenigen am meisten erhalten, welche sich mehr in die Länge erstrecken; daß z. B. eine viereckte Bleyplatte weit weniger Elektricität bekam, als ein schmaler Streif von demselben Metalle, welcher eben so viel Oberfläche hatte, als die viereckte Platte.

Wilson machte zu Ende des Jahrs 1746 dieselbe Entdeckung, welche Watson gemacht hatte, daß nämlich die elektrische Flüssigkeit nicht aus der Kugel, sondern aus der Erde selbst und allen andern um das Geräthe herum befindlichen unelektrischen Körpern käme. Er gab eine Methode, dieses zu beweisen, in einem an Ellicott aus Chester ergangenen Sendschreiben an, und erwähnt in einem Briefe, aus Dublin, an Smeaton, daß er den Versuch selbst bald nachher wirklich zu Stande gebracht habe.

Da er der Meynung war, daß der Unterschied zwischen elektrischen und unelektrischen Körpern von dem verschiedenen Widerstande herrühre, welchen ein feiner Mittelkörper, wie er ihn nennt, auf den Oberflächen aller Körper dem Durchgange der elektrischen Flüssigkeit leiste; und da er glaubte, daß die Hitze dieses Mittel verdünnen und dadurch elektrische Körper in unelek-

unelektrische verwandeln würde; so stellte er einige Versuche an, welche ihn in dieser angenommenen Meynung bestärkten. Er fand, daß eine Person einer andern, der Dazwischenkunft einer beträchtlichen Quantität glühend-heißen Glases ungeachtet, die Elektricität mitzutheilen vermögend war. Er stellte auch andere Versuche von gleicher Art an, indem er z. B. vermittelst heißen Glases, heißen Bernsteins, und verschiedener anderer heiß gemachter elektrischer Körper, den Funken aus Wasserphiolen erregte. Indessen ist dieses, wie Canton nachher beobachtete, der heißen Luft auf den Oberflächen dieser Körper zuzuschreiben, als welche, wie er fand, die Elektricität ganz ungehindert hindurch ließen. Bey einem gewissen andern Versuche aber, welchen Wilson mit geschmolzenem Harze anstellte, scheint dieser Einwurf nicht statt zu haben. Er goß nämlich das geschmolzene Harz in eine Phiole, und fand, daß er damit Erschütterungen zuwege bringen konnte; jedoch bemerkte er, daß, als das Harz kalt zu werden anfieng, diese Erschütterungen schwächer waren, und, als es völlig kalt war, ganz und gar aufhörten [k]).

Wilson führt einen Versuch an, welchen er aber nicht für seine eigene Erfindung ausgiebt, wo er nämlich papierne Fäðchen in einen Kork steckte, und vermittelst eines Magnets schwebend erhielt. Wenn diese nahe an die Spitze eines von dem ersten Leiter herkommenden Körpers gebracht wurden, dreheten sich dieselben sehr schnell herum, in einem luftleeren Raume hingegen ganz und gar nicht. Dieses Blasen ward, seiner Meynung nach, durch das Herausfahren der elektrischen Materie aus der Spitze veranlaßt,

k) *Wilson's* essay. p. 143.

anlaßt, welches eine Zugluft verursacht; er versuchte aber, was alsdann erfolgt seyn würde, wenn er die Fähnchen nahe an eine Spitze, welche die elektrische Flüssigkeit annahm, gebracht hätte.

Endlich beobachtete Wilson, daß, wenn eine Nadel nahe an ein Stück einer am Leiter hangenden Pflaumfeder gehalten ward, dieselbe dicht daran hangen blieb; wenn er aber etwas stumpfes daran brachte, wieder zurückgestoßen ward; auch meldet er, daß Canton verschiedene Versuche von gleicher Art angestellt habe.

Um diese Zeit nahm Smeaton wahr, daß, wenn eine auf einem elektrischen Körper gestellte Person mit dem flachen Theile ihrer Hand gegen die Kugel drückte, und unterdessen eine andere auf dem Fußboden stehende Person ein gleiches that, um die Elektricität zu erregen, die auf dem elektrischen Körper stehende Person schwerlich ganz und gar elektrisirt ward; wenn sie hingegen bloß ihre Finger nur ein wenig an die Kugel hielt, sehr stark elektrisirt ward. Eben derselbe bemerkte auch, daß, wenn er die Mitte einer großen eisernen Stange glühend heiß machte und sie hernach elektrisirte, die elektrische Kraft des heiß gemachten Theils eben so stark war, wie die der kalten Theile.

Auch D. Miles[1]) machte um eben diese Zeit einige artige Entdeckungen in der Elektricität. In einem der königlichen Societät am 25. Jan. 1746 vorgelesenen Aufsatze meldet er, daß, als er eine Stange schwarzes Siegellack durch Reiben mit weißem oder brau-

1) *Wilson's* essay. p. 317.

braunem Papiere, oder reinem trocknen Flanell, elektrisch gemacht habe, er gemeinen Lampenspiritus damit zu entzünden vermögend gewesen sey. Bey Vergleichung der Lackstange mit der Glasröhre nahm er einen merklichen Unterschied zwischen dem aus beyden zum Vorschein gekommenen Feuer wahr, wiewohl er die Ursache davon nicht einsah. Er fand, daß die hellen Strahlen aus der Spitze seines Fingers nach der Lackstange in weit größerer Menge, als nach dem Glase, fuhren. Er beobachtete verschiedenemal einen kleinen runden Flecken Feuer, welcher sich zuerst an seinem Finger zeigte, aus welchem ordentliche Feuerstrahlen, in Form eines Cometenschweifes, nach dem Siegellacke fuhren.

Miles fand, daß dieses mit einer Stange Schwefel ebenfalls sehr gut angieng; alsdann aber nicht vollkommen, wenn er, um die Wirkung zu verstärken, einen eisernen Stecken in die Mitte derselben hineingesteckt hatte. Als er diese Stange aufrecht in einen Geschirrschrank gestellt hatte, so bemerkte er, daß dieselbe alle ihre elektrische Kraft verlor, und sich nachher im geringsten nicht mehr durch Reiben elektrisch machen ließ. Wilson schreibt diese Wirkung keiner andern Ursache zu, als weil dieselbe unbedeckt hingestellt worden war.

Auch führt Miles an, daß er einsmals eine Röhre von grünem Glase erhalten, welche er nie anders, als mit der größten Schwierigkeit, und alsdann doch nur in einem geringen Grade, durch Reiben elektrisch machen konnte.

Einige Zeit hierauf machte Wilson einen Versuch mit Metallblättern in einer hermetisch versiegelten

ten

ten Bouteille. Er fand, daß er diese durch Annäherung der elektrischen Röhre in Bewegung bringen konnte, eben so gut, als wenn sich dieselben in der freyen Luft befunden hätten; allein eine gewisse Erscheinung, wovon er aber keine hinlängliche Nachricht ertheilt, setzte ihn in Verwunderung. Er bemerkte nämlich, daß, wenn er die Röhre von dem luftleeren Glase hinwegzog, gar keine Bewegung an den Metallblättern zu spüren war; wenn er sie hingegen schnell hinwegzog, diese in eine sehr heftige Bewegung kamen.

Nächst den Engländern hat man auch den Franzosen verschiedene wichtige Entdeckungen in der Elektricitätslehre zu verdanken. Außer du Fay hat sich unter andern vorzüglich der Abt Nollet berühmt gemacht. Er nahm wahr, daß Körper, welche nicht isolirt waren, wenn sie in elektrische Atmosphären versetzt wurden, Zeichen der Elektricität äußerten. Er beobachtete ein merkliches Sausen, wie einen sanften Wind, das unter vorerwähnten Umständen aus der Hand einer nicht elektrisirten Person fuhr; imgleichen das Anziehen und Abstoßen leichter Körper durch dieselben; die Erscheinung einer Flamme; die Verminderung ihrer Schwere bey zunehmender Abdampfung und Ausdünstung, und fast jede andere Erscheinung und Wirkung der Elektricität. Als er ferner bemerkt hatte, daß, wenn die Kugel gedreht, und auch sogar alsdann, wenn sie mit einer reinen Hand gerieben ward, sich auf der Oberfläche derselben verschiedene Unreinigkeiten oder Flecke von einer braunen Materie gesammelt hatten, welche aus einer dem weichen Wachse ähnlichen Materie bestanden; so war er neugierig, eine Menge dieser Unreinigkeiten zu sammlen.

len. Er fand, daß sie wie verbrannte Haare rochen, wenn sie verbrannt wurden; woraus er schloß, daß es eine thierische Substanz, und durch die zufließende Materie aus seinem eigenen Körper in die Kugel hineingebracht sey. Er glaubte, daß die Elektricität desjenigen Körpers, welcher in die Atmosphäre eines elektrischen Körpers hineingebracht worden, von gleicher Art mit der Elektricität des elektrisirten Körpers sey.

Ferner stellte der Abt Nollet verschiedene Versuche mit spitzigen Körpern an, und bemerkte, daß an denjenigen, welche die feinsten Spitzen hatten, der elektrische Feuerbüschel am schnellsten ausfloß, daß sie hingegen die andern Zeichen der Elektricität nicht so stark, als Körper, welche nicht zugespitzt waren, äußerten.

Insbesondere bemühte sich Nollet, durch Versuche den eigentlichen Grad zu bestimmen, in welchem verschiedene Substanzen die elektrische Flüssigkeit ableiteten, und fand, daß der Rauch vom Gummilak, Terpentin, Bernstein und Schwefel die Elektricität einer durchs Reiben elektrisch gemachten Röhre nicht sobald hinweg führte, wie der Rauch von linnen Zeug, Holz, und sonderlich der Wasserdampf und die Ausdampfungen von brennendem Talge und andern fetten Substanzen. Mit einem Worte, er fand, daß Dünste, welche nicht wässerigt waren, bey elektrischen Versuchen wenig oder gar nicht schadeten, wofern nur die Röhre dem Feuer, welches dieselben verursachte, nicht ausgesetzt war. Ein räucheriges Zimmer verhinderte ihn an Vollziehung seiner Versuche gar nicht, wenigstens in keinem hohen Grade; und

und eben so wenig waren wohlriechende Ausdünstungen denselben im geringsten nachtheilig.

Ferner fand er, daß ein Stück Eisen, welches so glühend heiß gemacht war, daß feurige Theilchen davon absprangen, nicht die geringste Spur von Elektricität an einer durchs Reiben elektrisch gemachten Röhre zurück ließ, woran es 5 bis 6 Zoll nahe, und zwar 2 bis 3 Stunden lang gehalten ward; daß es hingegen in gleicher Entfernung auf die Röhre zu wirken aufhörte, noch ehe es rothglühend zu seyn nachließ, und ganz und gar keinen Einfluß mehr hatte, noch ehe es kalt ward. Ferner fand er, daß die elektrische Röhre in dem Brennpunkte eines Brennspiegels nicht das geringste von ihrer Elektricität verlor. Daß die Flamme eines Lichts, oder das Nahebringen derselben, die Elektricität aufhebe, war bereits vorher bekannt gewesen. Er bemerkte, daß die Flamme durch das Annähern der elektrischen Röhre merklich gestört ward; und gedenkt der Beobachtungen des du Tour und Needham, nach welchen das zwischen dem Licht und der Röhre gebrachte dünnste Stück Glas, oder irgend eine andern Substanz, die Zerstreuung der Elektricität verhinderte. Aus diesem Ereignisse ward gefolgert, daß die Zerstreuung von einigen aus dem Lichte kommenden Ausflüssen herrühre.

Weiter beobachtete Nollet, daß ein auf einen unelektrischen Ständer gestellter leichter Körper sich weit hurtiger bewegte, als wenn derselbe auf einem elektrischen Gestelle stand. Verschiedene elektrische Versuche gelangen ihm am besten in Gegenwart einer Menge Zuschauer, und wenn diese, um seine Versuche mit anzusehen, nahe herbey traten und dicht

an einander standen, so beschlugen seine Gläser. Die Ursache hievon hat nachher Wilke angegeben.

Nollet befeuchtete eine schwanke und spitzige eiserne Stange mit Wasser oder Weingeist, und es schien ihm, als ob der aus der Spitze ausfahrende Wind merklicher gewesen wäre, als wenn die Stange nicht befeuchtet war. Er schrieb dieß der elektrischen Materie zu, welche einige von den Wasser- und Weingeisttheilchen mit sich hinweg führte.

Nollet stellte auch einige Beobachtungen über den Unterschied zwischen erregter und mitgetheilter Elektricität, imgleichen zwischen der Elektricität des Glases und des Schwefels an. Er bemerkte, daß die Elektricität einer durch Reiben elektrisch gemachten Kugel oder Röhre eine sonderbare Empfindung auf dem Gesichte verursachte, als wenn ein Spinngewebe darüber hinweg gezogen würde; durch mitgetheilte Elektricität hingegen ward dergleichen Wirkung selten hervorgebracht. Erregte Elektricität, versichert er auch, läßt sich über 1 Fuß weit durch den Geruch verspüren; mitgetheilte Elektricität hingegen nicht.

Er ließ Schwefel in einer gläsernen Kugel schmelzen, indem er dieselbe über einer Kohlpfanne mit glühenden Kohlen herum drehete; und ward gewahr, daß kleine Stückchen Schwefel, ehe sie schmolzen, inwendig von dem Glase angezogen und wieder abgestoßen wurden, zu gleicher Zeit, da die Asche der Kohlen auswendig angezogen ward. Als er ein Stück elektrisch gemachten Schwefel mit einem hinein gesteckten Stücke einer Pflaumfeder, welches hinweg zu fliegen in Bereitschaft stand, in der einen Hand hielt,

häng-

hängte sich die Pflaumfeder fest an den Schwefel an, als er eine elektrische Glasröhre, welche er in der andern Hand hielt, nahe daran brachte.

Auch im luftleeren Raume stellte er einige elektrische Versuche an. Er fand, daß Glas und andere elektrische Körper sich in diesem Raume allerdings, wiewohl nicht so stark als in freyer Luft, elektrisch machen ließen. Er beobachtete, daß ein merklicher Unterschied zwischen der Erscheinung des elektrischen Lichts im luftleeren Raume und in freyer Luft statt fand, indem dasselbe in jenem Falle ausgebreiteter und ungebrochen war. Als er das Ende seines Leiters in ein gläsernes Gefäß, aus welchem die Luft herausgezogen war, steckte, bemerkte er, daß das Gefäß voll Licht war, so oft er seine Hand daran brachte; daß das Licht beträchtlich verstärkt ward, wenn er seine Hand darüber streckte, und daß, wenn ein Funken aus dem Leiter erregt ward, das ganze Gefäß voll Luft zu seyn schien. Er nahm auch wahr, daß kleine Stückchen Metall, welche in das Gefäß verschlossen worden waren, sich fest an das Glas anhängten; bey Annäherung des Fingers oder irgend eines Leiters von auswendig aber, sich von selbst wieder loß machten.

Ein anderer französischer Gelehrter, Boulanger, gab sich viel Mühe, den Grad, in welchem verschiedene Substanzen sich durch Reiben elektrisch machen lassen, zu bestimmen. Die Versuche wurden seiner Versicherung nach mit der größten Sorgfalt angestellt. Die Resultate, welche er fand, brachte er in nachfolgende Tabelle, wo in jeder Columne allemal diejenigen, welche sich am wenigsten elektrisch machen lassen, zuerst stehen:

Erste Columne.

Ebenholz
Franzosenholz
Buchsbaumholz
Sandelholz
Eiche
Ulmenbaum
Aeschenbaum
Lindenbaum
Rosenstrauch
Weidenbusch
Weißer Weidenbaum
Pantoffelholz
Allerhand trockenes Holz
Alle trockene Pflanzen

Zweyte Columne.

Allerhand Muscheln
Fischbein
Knochen
Elfenbein
Horn
Schuppen
Pergament
Haar
Wolle
Federn
Baumwolle
Seide

Dritte Columne.

Alaun
Zuckerkand
Berner Phosphor
Gelbes und weißes Wachs
Japanischer Firniß
Wachholderharz
Mastix
Bernstein
Gagat
Pech
Copalharz
Gummilack
Geigenharz
Schwefel
Siegellack
Alle Salze von hinlänglicher Consistenz
Alle Harze

Vierte Columne.

Magnetstein
Marmor von allen Farben
Schieferstein
Quaderstein
Granit
Porphyr
Jaspis
Glasur
Achat
Alle undurchsichtige Edelgesteine
Porzellan

Fünfte Columne.

Hyacinthstein
Opal
Smaragd
Amethyst
Topas

Rubin

Rubin Sapphir Katzenauge Peridot Granit Bergkrystall Venetianischer und Moscovitischer Talkstein	Gefärbte, vornämlich gelbe, Demanten Weiße, absonderlich rautenförmig geschnittene, Demanten Alle durchsichtige Edelsteine Glas, und alle Glasflüsse, die metallischen Gläser nicht ausgenommen.

Die Folge, welche Boulanger aus diesem Verzeichnisse zieht, ist, daß die zerbrechlichsten und durchsichtigsten Substanzen allemal die am meisten elektrischen sind. Um zu erklären, warum die Markasiten sich durchaus nicht elektrisch machen lassen, da sie doch so leicht zerbrechlich und durchsichtig sind, nimmt er eine sonderbare Lehrmeynung an. Er leitet dieß nämlich von der in diesen Substanzen enthaltenen verdichteten Luft ab, welche bekannter Maaßen die Elektricität hindert.

Noch bemerkt Boulanger, daß mineralische Wasser von der Elektricität weit merklicher verändert werden, als gemeines Wasser; daß schwarze Bänder weit geschwinder angezogen werden, als die von andern Farben, und nächst jenen die braunen und hochrothen.

Le Cat [m]) ließ verschiedene Stückchen Goldblättchen an seinem Leiter frey schweben, und bemerkte, daß sie in verschiedenen Entfernungen, nach ihren Größen, schwebten, so daß die kleinern Stücke näher an

m) Histoire gener. et part. de l'électricité. à Paris 1752. 8. p. 84.

an dem Leiter ihren Platz nahmen, und die größern sich mehr von demselben entfernten. Dieses vergleicht er mit den Entfernungen, in welchen die Planeten um die Sonne herum laufen, und nimmt von beyden einerley Ursache an. Auch verglich er sehr umständlich den eben damals entdeckten elektrischen Schlag mit dem Donner.

Von dem P. Gordon zu Erfurt wurde in einer Katze die Elektricität dermaßen stark erregt, daß sie, wenn sie durch eiserne Ketten fortgepflanzt ward, Weingeist entzündete.

Die beyden Herren Klingenstierna und Strömer [n]) waren die ersten, welche mit derjenigen Person, welche das Reiben verrichtete und auf einem Pechkasten stand, elektrische Versuche anstellten, welche man in den Abhandlungen der königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften auf das Jahr 1747 abgedruckt findet.

Jallabert fand, daß, wenn man den Leiter mit Pech überzog, sich derselbe demungeachtet elektrisch machen ließ, zum Beweiß, daß die elektrische Flüssigkeit in die Substanz der Metalle hineindringe. Auch zeigte er, daß Eis einen Leiter der Elektricität abgäbe, indem er den Leydenschen Versuch mit einer Bouteille, worin Wasser gefroren war, anstellte.

Durch diese großen und sich so weit erstreckenden Wirkungen der Elektricität wurden nunmehr die Naturforscher aufmerksam gemacht, die Elektricität da zu suchen, wo man sie bisher gar nicht vermuthet

n) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. IX. der Uebers.

thet hatte. Die erste Nachricht von wollenen Kleidern, an welchen Zeichen der Elektricität bemerkt wurden, wenn man sie ausgezogen hatte, ward an die königl. Gesellschaft von Herrn Cooke o) von der Insel Wight eingesandt. Dieser meldet, daß er ein Frauenzimmer gekannt habe, an welchem dieses wahrgenommen worden, und daß man zuletzt auch gefunden habe, daß diese Erscheinung bloß an neuem Flanelle, welcher einige Zeit lang getragen worden, zu verspühren gewesen sey, und daß diese Eigenschaft alsdann, wenn selbiger gewaschen worden, sich verloren habe. Diese Erscheinung war, wie er bey andern Gelegenheit bemerkt, bey kaltem Wetter weit sichtbarer, indem er wahrgenommen hatte, daß alsdann gemeiniglich nicht nur eine größere Reinigkeit der Luft und Abwesenheit der Nässe statt fand, sondern auch alle haarige und harnige Substanzen elastischer, und mithin zur Erregung starker zitternder Bewegungen weit aufgelegter und geschickter waren. Wenn man den Flanell vorher mit Seewasser angefeuchtet hatte, und nachher trocken werden ließ, so wurden, seiner Versicherung nach, die elektrischen Erscheinungen sehr verstärkt.

Dergleichen Erscheinungen hatte man zwar lange vorher schon bemerkt, sie aber nicht für elektrisch ausgegeben.

Monnier der jüngere suchte die elektrische Kraft dadurch zu verstärken, daß er sich mehrerer rundlicher Gläser zugleich bediente: bey angestelltem Versuche aber fand er, daß der Erfolg seinen Erwartungen gar

o) Philos. Transact. Vol. XLIV. T. II. num. 483. Vol. XLV. num. 488.

gar nicht gemäß war, welches ihn veranlaßte, daraus zu folgern, daß es bey Verstärkung der Elektricität, so wie bey Mittheilung der Hitze dem kochenden Wasser, einen gewissen höchsten Grad gebe, außer welchem kein weiterer statt findet.

Da die Kraft des Glases beym Elektrisiren so stark befunden ward, so darf man sich nicht wundern, daß die Naturforscher ausfindig zu machen suchten, was für eine Art von Glas sich bis zum höchsten Grade elektrisch machen ließe. Unter andern Vorschlägen ist vorzüglich derjenige merkwürdig, welcher der königl. Societät am 6. Apr. 1749 vom Herrn Bose mitgetheilt ward. Er sagt, daß eine Glaskugel, welche öfters zu starken Destillationen und andern chemischen Operationen gebraucht worden ist, die Elektricität ungleich stärker ableite, als ein Glas, welches einem so heftigen Feuer niemals ausgesetzt gewesen ist. Er behauptet, der erste gewesen zu seyn, welcher dieses merkwürdigen Umstandes, wie er ihn nennt, Erwähnung gethan.

Um dieselbe Zeit ersann D. Watson, die Verstärkung der Elektricität dadurch zu befördern, daß er das Werkzeug, wodurch das Reiben seiner Kugel verrichtet ward, naß machte, ungeachtet er den Grund davon nicht völlig einsah. Er beobachtete, daß, wenn jemand auf dem Fußboden stand und die Kugel mit seiner Hand rieb, die Elektricität weit stärker erregt ward, als durch ein Polsterkissen. Dieses konnte, seiner Meynung nach, von nichts anderm herrühren, als weil seine Hand feuchter, und mithin die Elektricität von dem Fußboden abzuleiten geschickter war; deßwegen ließ er seine Maschine, und sogar sein Kissen, naß machen, und fand alsdann die

Elek-

Elektricität eben so stark, als wenn die Kugel vermittelst der Hand gerieben worden war.

Wilson [p]) bemerkt, daß es sehr gut sey, wenn das Kissen, welches er aus Leder verfertigte, mit Silber oder Kupfer überzogen werde, und daß die seidene Schnur, worauf der Leiter ruhe, roth oder gelb seyn müsse. Der Tisch müsse auf einem feuchten Boden stehen, oder es müsse ein Drath von der Maschine nach dem feuchten Boden gehen.

Auch fand Watson, daß zwar durch das Reiben der Kugel mittelst Körper, welche von Natur elektrisch und völlig trocken waren, keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, daß diese Körper hingegen von sehr guter Wirkung waren, wenn man sie angefeuchtet hatte; denn das in diese Substanzen hineinziehende Wasser diene der Elektricität zwischen der Hand, oder dem Kissen, und der Kugel als ein Verbindungscanal, auf eben die Art, wie die bey feuchtem Wetter mit Dünsten angefüllte Luft die Anhäufung der elektrischen Materie zu irgend einem beträchtlichen Grade hindere, indem sie dieselbe, sobald sie erregt worden, nach den nächsten unelektrischen Körpern ableite. Er bemerkte hingegen, daß die meisten vegetabilischen Substanzen, ungeachtet man sie so trocken als möglich hatte werden lassen, Elektricität, wiewohl nur im geringen Grade, äußerten. Er erregte die Elektricität nicht nur aus linnen Zeug, Baumwolle u. s. f. sondern auch sogar aus Bleyplatten und einem Brete von Tannenholz.

Nollet [q]) versichert, eine sehr starke Wirkung bemerkt zu haben, wenn das Glas mit Wollenzeug, wor-

p) *Wilson's* essay. p. 5 f.
q) Recherches sur l'électricité, à Paris 1749. p. 186.

worauf vorher Terpentinöl gegossen war, gerieben worden; daß aber, sobald das geringste Wasser darunter gekommen, die Erregung der Elektricität verhindert worden sey.

Boulanger führt an, daß, wenn zwey Cylinder von einerley Glas und Gestalt verfertigt werden, und zwar der eine durchsichtig, der andere aber auf eine beliebige Art gefärbt, der durchsichtige Cylinder sich durch Reiben weit leichter elektrisch machen lasse, als der gefärbte. Indessen gesteht er, daß bisweilen das durchsichtigste und zerbrechlichste Glas nur wenig Elektricität habe annehmen wollen. Ein andermal bemerkt er, daß ein 3 oder 4 Linien dikker Cylinder sich weit stärker und dauerhafter elektrisch machen lasse, als einer, der nur 1 Linie dick ist.

Auch fieng man an, auf Vorrichtungen zu denken, die Stärke der Elektricität eines Körpers zu bestimmen. Der Abt Nollet, welcher bey den Versuchen des du Fay zugegen gewesen war, sahe ein, daß die Fäden, welche letzterer gebraucht hatte, um daraus zu erkennen, wie bald die Stange elektrisirt werde, und wie bald sie diese Elektricität wieder verliere, vortheilhafter zu gebrauchen wären, wenn man aus der Größe ihres Winkels auf den Grad der Elektricität schließen könne. Weil man aber keine fremden Körper an diese Fäden bringen durfte, so schlug er vor [r]), den Winkel der Fäden durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mit einem Gradbogen zu messen.

Waitz

r) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1747.

Waitz [s]) schlug vor, an die Enden der Fäden kleine Metallplättchen oder Gewichte zu hängen. Hierzu nahm er seidene Fäden, und die kleinen Gewichte giengen aus einander, wenn er einen geriebenen Glascylinder in ihre Nähe brachte. Er machte sich Hoffnung, dadurch die zurückstoßende Kraft mit der Schwere vergleichen zu können.

Ellicott [t]) schlug eine Wage vor, wo das Gewicht in einer Schale zeigt, wie stark ein elektrisirter Leiter die darüber gehaltene Schale anziehe. Auf ähnlichen Gründen beruht auch ein ähnlicher Vorschlag von Gralath [u]).

Canton entdeckte um dieselbe Zeit, als Watson seinen ersten Versuch über die Leydensche Flasche anstellte, eine Methode, vermittelst welcher die Quantität der in der Phiole angehäuften Elektricität ziemlich genau auszumessen wäre. Er nahm die geladene Phiole in seine Hand, und machte, daß ein Funken aus derselben nach einen frey schwebenden Leiter fuhr, welchen Funken er mit seiner andern Hand auffieng. Diese Operation wiederholte er so lange, bis alles entladen war, und schätzte den Grad der Ladung nach der Anzahl der Funken.

Es ist natürlich, zu denken, daß man bey den großen Wirkungen der Elektricität auch versuchen würde, was für Wirkungen sie auf thierische und andere Körper äußern werde. Der Abt Nollet war der erste,

s) Abhandl. von der Elektricität und deren Ursachen. Berlin 1745. 4.

t) Philos. Transact. Vol. XLV. n. 486.

u) Versuche und Abhandlungen der naturf. Gesellschaft in Danzig. Th. I. 1747. n. 6.

erste, welcher sich hiemit beschäftigte. Den Anfang machte er mit der Verdampfung der Flüssigkeiten vermittelst der Elektricität. Die Versuche wurden mit der größten Sorgfalt angestellt, und folgende Wahrnehmungen waren das Resultat davon:

1. Die Elektricität vermehrt die natürliche Ausdünstung der Flüssigkeiten, indem, Quecksilber und Baumöl ausgenommen, davon jenes zu schwer und dieses zu zähe ist, alle übrigen, womit der Versuch angestellt wurde, eine Verminderung erlitten, welche keiner andern Ursache, als der Elektricität, zugeschrieben werden konnte.

2. Die Elektricität vermehrt die Ausdünstung derjenigen Flüssigkeiten am meisten, welche von selbst zu verfliegen am geschicktesten sind. Denn der flüchtige Salmiakgeist erlitt einen größern Verlust, als Wein- oder Terpentingeist; diese beyden aber wieder einen größern, als gemeines Wasser; und Wasser einen stärkern, als Weinessig oder eine Salpetersolution.

3. Die Elektricität hat eine stärkere Wirkung auf Flüssigkeiten, wenn die dieselben enthaltenden Gefäße unelektrisch sind; indem, wenn die Gefäße von Metall waren, die Wirkungen allemal etwas größer zu seyn schienen, als wenn sie von Glas waren.

4. Diese vermehrte Ausdünstung war weit beträchtlicher, wenn die Gefäße, welche den Liquor enthielten, mehr offen waren; jedoch stand die Vermehrung der Wirkungen mit ihren Oeffnungen in keinem Verhältnisse. Denn wenn dergleichen Flüssigkeiten in Gefäßen elektrisirt wurden, deren Oeffnung 4 Zoll im Durchmesser betrug, und ungeachtet sie alsdann mit einer Oberfläche an der Luft standen, welche sechs-

zehn

zehn mal größer war, als wenn sie sich in Gefäßen befanden, deren Oeffnung nur 1 Zoll im Durchmesser betrug, so bemerkte man doch nicht, daß sie eine diesem Unterschiede verhältnißmäßige Verminderung erlitten.

5. Das Elektrisiren verursacht keine Verdunstung der Flüssigkeiten durch die Poren, weder des Metalls, noch Glases; indem man, nachdem die Versuche 10 Stunden lang fortgesetzt worden waren, nicht die geringste Abnahme ihres Gewichts bemerkte, wenn die Gefäße, worin sie sich befanden, wohl zugestopft waren [x]).

Nach angestellten Versuchen mit Flüssigkeiten machte er dergleichen auch mit festen Körpern verschiedener Art, woraus sich ergab, daß dieselben bloß im Verhältnisse der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, und der Oeffnungen ihrer Zwischenräume am Gewichte verloren.

Nollet dehnte auch seine Versuche auf andere in die Sinne fallende Beschaffenheiten der Körper, ihren Geruch, Geschmack und chemische Eigenschaften, aus; fand aber nach einem starken und fortgesetzten Elektrisiren verschiedener Substanzen an keiner derselben die geringste Veränderung. Das Elektrisiren ließ die Kraft des Magneten unverändert; auch ward das Heiß- und Kaltwerden der Körper dadurch weder zurückgehalten noch beschleunigt.

Hiernächst versuchte er auch Haarröhrchen, welche mit Wasser gefüllt waren, zu elektrisiren. Es hatte nämlich Bose zu Wittenberg beobachtet, und sein

x) Recherches sur l'électricité. p. 327.

seine Wahrnehmung dem Hrn. Nollet mitgetheilt, daß, wenn dieselben elektrisirt worden waren, das Wasser in einem anhaltenden Strome herausfloß, da es hingegen ohne diese Operation nur ganz langsam und Tropfenweise herausfloß. Dem ersten Anscheine nach sollte ein Jeder dafür gehalten haben, daß der Strom beschleunigt, und das elektrisirte Gefäß gar bald leer werden würde. Da aber Nollet dem ersten Anscheine nicht trauen mochte, so entschloß er sich, diese Sache durchs Abmessen der Zeit und der Quantität des ausfließenden Liquors zur Gewißheit zu bringen. Damit er nun auch erforschen könnte, ob die Beschleunigung, wofern ja eine solche statt finde, während der ganzen Zeit des Ausflusses gleichförmig erfolge, so nahm er Gefäße von verschiedenen Weiten, welche sich in Röhren von verschiedenen Weiten, von 3 Linien im Durchmesser an bis zu solchen, welche so dünn wie ein Haar waren, endigten. Als er es nicht so leicht fand, wie er sich anfänglich einbildete, etwas sicheres hieraus zu folgern, so giebt er von ohngefähr 100 Versuchen überhaupt folgendes Resultat an:

1. Der elektrisirte Strom, ungeachtet derselbe den Liquor zertheilt und weiter führt, wird weder merklich beschleunigt, noch zurückgehalten, wenn die Röhre, aus welcher derselbe herausfließt, nicht weniger als 1 Linie im Durchmesser hat.

2. Ist die Röhre noch unter diesem Durchmesser, aber doch weit genug, den Liquor in einem anhaltenden Strome herausfließen zu lassen, so beschleunigt die Elektricität denselben ein wenig; jedoch nicht so stark, als man, nach den Strahlen, welche derselbe macht, und nach der Entfernung, in wel-

welcher dieselben fahren, zu urtheilen, wohl glauben sollte.

3. Bey einem Haarröhrchen, aus welchem das Wasser im natürlichen Zustande nur Tropfenweise herausfließt, wird der elektrisirte Wasserstrahl nicht nur zu einem anhaltenden Strom, und zertheilt sich noch dazu in verschiedene Ströme, sondern es wird derselbe auch beträchtlich beschleunigt; und zwar pflegt diese Beschleunigung im Verhältnisse der Feinheit des Haarröhrchens größer zu seyn.

4. Die Wirkung der elektrischen Kraft ist so groß, daß dieselbe das Wasser aus einem ganz kleinen Haarröhrchen, aus welchem dasselbe vorher kaum Tropfenweise heraus konnte, in einem beständigen Strome heraustreibt.

Die seltsamsten dieser Versuche sind nach dem eigenen Geständnisse des Herrn Nollet diejenigen, bey welchen eine Zurückhaltung oder Verzögerung des elektrischen Stroms statt findet. Er war selbst lange hierüber zweifelhaft; eine Menge Versuche aber, welche er sorgfältig aufgezeichnet hatte, nöthigte ihn, dieß, wiewohl noch beständig als etwas Ungewisses, anzunehmen.

Das schöne Ansehen der ausfließenden Ströme des elektrisirten Wassers im Finstern beschreibt Nollet nach Bose und Gordon, welche dieß zuerst beobachtet haben, ganz umständlich.

Diese letztern Versuche legte Nollet bey seinen nachherigen Untersuchungen zum Grunde. Alle organisirte Körper betrachtete er als Haufen von Haarröhrchen, welche mit einer gewissen Feuchtigkeit an-

gefüllt sind, welche durch dieselben hindurch, ja oft auch aus denselben hinaus zu fließen sucht. Dieser Vorstellung gemäß glaubte er, daß die elektrische Kraft vielleicht wohl dem Safte in den Pflanzen einige Bewegung mittheilen, wie auch die unmerkliche Ausdünstung bey thierischen Körpern vermehren möchte. Durch den Erfolg seiner Versuche schien er in seiner angenommenen Meynung bestärkt zu werden.

Er elektrisirte nämlich Früchte, frische Pflanzen und Schwämme, die in sorgfältig abgewogenem Wasser getaucht waren, 4 bis 5 Stunden nach einander; und fand, daß nach dem Versuche alle diese Körper merklich leichter waren, als andere von gleicher Art, welche zugleich mit ihnen, sowohl vor als auch nach dem Versuche, abgewogen, und an demselben Orte und in gleicher Temperatur gehalten worden waren.

Mit der Elektrisirung wachsender Vegetabilien wurde in England der Anfang gemacht. Maimbray zu Edinburgh elektrisirte zwey Myrtenstauden den ganzen Monat Sept. 1746 hindurch, und fand, daß Zweige und Blüthen an denselben weit eher, als an andern Bäumchen dieser Art, welche nicht elektrisirt worden waren, hervorkamen. Als Nollet von diesem Versuche Nachricht erhalten hatte, ward er ermuntert, ihn selbst anzustellen.

Er nahm zwey Blumentöpfe, füllte sie mit einerley Erde an, und säete einerley Saamen hinein. Er ließ sie beständig an einerley Orte, und behandelte sie auf gleiche Art, außer daß der eine Blumentopf 14 Tage nach einander, täglich 2 bis 3, mannichmal auch wohl 4 Stunden lang, elektrisirt ward. Der Erfolg war, daß in dem elektrisirten Topfe die

Saa-

Saamen allemal 2 bis 3 Tage eher, als in dem andern, keimten; wie denn auch weit mehrere und überdieß auch längere Sprossen in einer gewissen Zeit hervorwuchsen. Dieß veranlaßte ihn zu glauben, daß die elektrische Kraft die Keime öffnen und entwickeln helfe, und eben dadurch das Wachsthum der Pflanzen befördere. Nollet nennt dieß indessen bloß eine Muthmaßung, welche eine fernere Bestätigung erfordert. Es war, wie er meldet, damals schon spät im Jahre, als daß er noch so viele Versuche, wie er wohl wünschte, hätte anstellen können. Die nachfolgende Reihe von Versuchen war, wie er versichert, weit zuverlässiger. Sie sind nicht weniger unterhaltend.

Um diese Zeit wurden dieselben Versuche von Jallabert, Bose, dem Abt Menon, Rektor der Schule zu Bueil in Angers, fortgesetzt, welche insgesammt eben dieselben Schlußfolgen daraus herleiteten.

Nollet nahm verschiedene Paare Thiere von verschiedenen Gattungen, z. B. Katzen, Tauben, Sperlinge, Finken u. d. gl. Er setzte sie in besondere hölzerne Käfiche, und wog dieselben. Ein Thier von jedem Paare elektrisirte er 5 bis 6 Stunden nach einander, und wog sie alsdann wieder. Der Erfolg war, daß die elektrisirte Katze gemeiniglich 65 bis 70 Gran leichter war, als die andere; die Taube 35 bis 38, und der Finke oder Sperling 6 bis 7 Gran. Um hiebey so genau als möglich zu gehen, wiederholte er diese Versuche, und elektrisirte dasjenige Thier von jedem Paare, welches vorher nicht elektrisirt worden war, und fand dabey einige Veränderun-

gen, ungeachtet der elektrisirte Theil verhältnißmäßig jederzeit leichter war, als der andere.

Nach diesen angestellten Versuchen zweifelte er nunmehr im geringsten nicht daran, daß die Elektricität die unmerkliche Ausdünstung der Thiere vermehre; darin aber war er noch ungewiß, ob diese Vermehrung in einem Verhältnisse mit der Größe oder Oberfläche ihres Körpers stände. Nollet's Meynung gieng dahin, daß diese Vermehrung weder mit dem einen noch dem andern in einem völligen Verhältnisse, wohl aber in einem solchen stände, welches dem letztern näher, als dem erstern käme; so daß er glaubte, man habe keinen Grund, zu befürchten, daß ein elektrisirter Mensch an $\frac{1}{50}$tel seiner Schwere verlieren würde, so wie es ihm vorkam, daß es sich mit einer Art Vögel zugetragen habe. Alles was er damals hierüber beobachtet hatte, bestand darin, daß eine junge Manns- oder Frauensperson, zwischen 20 und 30 Jahren, nachdem sie 5 Stunden nach einander elektrisirt wurde, einige Unzen ihres Gewichts verloren hatte, mehr als sie zu verlieren pflegte, wenn sie nicht elektrisirt war.

Nollet bemerkt, daß diejenigen Personen, welche sich auf diese Art elektrisiren ließen, nicht die geringsten Unbequemlichkeiten davon empfunden hatten. Sie befanden sich bloß ein wenig erschöpft, und hatten einen bessern Appetit bekommen. Keiner unter ihnen befand sich wärmer, auch konnte er nicht wahrnehmen, daß ihr Puls stärker geworden war.

Diese letztern Versuche an menschlichen Körpern lassen sich, wie er ganz richtig bemerkt, schwerlich mit einer großen Genauigkeit verfolgen, indem die Kleider,

der, welche mit den Haaren oder Federn der Thiere in keine Vergleichung kommen, einen beträchtlichen Theil der Ausdünstung in sich behalten, und daran Schuld sind, daß sich über die Wirkung der elektrischen Kraft kein rechtes Urtheil fällen läßt.

Diese Versuche überzeugten ihn von der Wirklichkeit der ausfließenden Materie, welche die ausdünstbaren Theile der Körper, und was etwa durch ihre Oberflächen verfliegt, mit sich hinweg nimmt. Und von der zufließenden Materie ward er dadurch überführt, daß er wahrnahm, wie alle diese Wirkungen sich ebenfalls äußerten, wenn, anstatt die Körper selbst zu elektrisiren, diese bloß einem großen elektrisirten Körper nahe gebracht wurden. Er tauchte einen dikken Schwamm in Wasser, schnitt ihn von einander, wog die beyden Theile besonders, und legte alles insgesammt nahe an einen ansehnlichen elektrisirten Körper. Er fand, daß nach einem 5 bis 6stündigen Elektrisiren derjenige Theil des Schwammes, welcher dem elektrisirten Körper näher lag, weit mehr an seinem Gewichte, als der andere, verloren hatte. Aus diesem Umstande schloß er, daß, wenn ein gewisser Theil eines thierischen Körpers irgend einer elektrisirten ansehnlichen Substanz nahe gebracht wird, derselbe weit mehr ausdunste, als der andere, und daß vielleicht durch dieses Mittel Verstopfungen in den Schweißlöchern desselben möchten gehoben werden können.

Die oben angeführten Versuche des Hrn. Nollet thaten den englischen Naturforschern, und insbesondere Hrn. Ellicott, keinesweges Genüge. Sie stellten vielmehr zur Widerlegung der Theorie, welche jener aus denselben hergeleitet hatte, Versuche an.

Ellicott bemerkte, daß der Heber, ungeachtet derselbe elektrisirt war, das Wasser nur Tropfenweise herausließ, wenn das Becken, worin das Wasser sich befand, auch noch elektrisirt war.

Zur Erklärung des Lichts, welches in einigen Fällen aus einem unelektrischen Körper, der einem durch Reiben elektrisch gemachten nahe gebracht wird, heraus zu fahren scheint, und welches Nollet für die zufließende Materie hielt, nahm Ellicott an, daß es dasjenige Licht wäre, welches aus dem elektrischen Körper gefahren sey. Bey Erklärung des Freyschwebens der Goldblätter zwischen einer elektrisirten und unelektrisirten Glastafel, muß, nach Ellicott's Theorie, nothwendig vorausgesetzt werden, daß das Goldblättchen der unelektrisirten Tafel allemal näher schwebe, als der elektrisirten.

In seiner Antwort an Nollet bemüht sich Ellicott auch davon eine Erklärung zu geben, warum die aus einem spitzigen Ende des Leiters fahrende elektrische Materie weit merklicher ist, als wenn sich derselbe rund oder platt endigt. Er sagt nämlich, daß die Ausflüsse, indem sie von der Kugel längst dem Leiter hin laufen, um so viel näher an einander gebracht werden, je näher sie der Spitze kommen, mithin daselbst dichter sind, als in irgend einem Theile der Stange. Da folglich das Licht von der Dichtigkeit und Geschwindigkeit der Ausflüsse herrührt, so wird es bloß an der Spitze, und nirgends anders, sichtbar. Dieß ist der erste Versuch, diese Erscheinung zu erklären; allein er ist nicht glücklich ausgefallen.

Des Abts Nollet Versuche mit animalischen und andern organisirten Körpern sind eine lange Zeit

von

von keinem einzigen Elektrisirer wiederholt und weiter verfolgt worden. Die Ursache hievon mochte wohl in dem Umstande liegen, daß sie einen großen Kostenaufwand erforderten. Indessen brachte es Jallabert zu Genf in den Versuchen mit Pflanzen weiter, als Nollet. Er elektrisirte Bouteillen, in welchen die Pflanzen in Wasser wuchsen, und stellte andere Bouteillen, welche Pflanzen von der nämlichen Gattung enthielten, dabey, und glaubte aufs deutlichste wahrgenommen zu haben, daß die elektrisirten Pflanzen allemal weit geschwinder in die Höhe wuchsen, und feinere Stiele, Blätter und Blumen hatten, als die nicht elektrisirten [y]).

Die bisher angeführten Bemühungen der Elektrisirer beweisen zwar, daß die Lehre der Elektricität ungemein schnelle Fortschritte machte, sie zeigen aber auch, daß manche Irrthümer und Täuschungen dabey vorgefallen sind. Indessen sind diese beym damaligen Zustande dieser Lehre noch sehr verzeihlich, da sie bloß von Umständen herrührten, die man übersehen hatte. Allein in den Jahren 1747 und 1748 haben sich verschiedene Naturforscher sogar durch alle äußere Sinne hintergehen lassen. Die Herren Pivati zu Venedig, Verati zu Bologna, Bianchini zu Turin, und Winkler zu Leipzig hatten behauptet, daß, wenn stark riechende Substanzen in gläserne Gefäße eingeschlossen und diese durch Reiben elektrisch gemacht würden, der Geruch und andere medicinische Kräfte durch das Glas hindurch dufteten, die Atmosphäre des Leiters damit anfüllten, und die Kraft allen

y) Experiences sur l'électricité avec quelques conjectures sur la cause des ses effets.

allen Personen, welche denselben berühren, mittheilten; imgleichen, daß diese Substanzen, wenn sie von elektrisirten Personen in ihren Händen gehalten würden, ihre Kräfte denselben mittheilten, so daß auf solche Art Arzneymittel ihre Wirkung verrichteten, wenn sie gleich nicht innerlich eingenommen würden. Sie behaupteten sogar, vermittelst der auf diese Art angewandten Elektricität manche Curen verrichtet zu haben. Einige der sonderbarsten dieser vermeinten Versuche sind folgende.

Joh. Franz Pivati [z]) meldet, daß ein offenbares Beyspiel der elektrischen Kraft sich an dem Peruvianischen Balsam zeige, welcher in einem gläsernen Cylinder dermaßen versteckt worden war, daß vom Elektrisiren desselben nicht der geringste Geruch auf irgend eine Art zu verspüren war. Ein Mann, welcher Seitenschmerzen hatte, legte auf Anrathen eines Arztes Ysop auf die schmerzhafte Stelle, näherte sich dem also zubereiteten Cylinder, und ward dadurch elektrisirt. Der Erfolg war, daß, als er nach Hause gegangen und eingeschlafen war, er in einen Schweiß gerieth, und die Kraft des Balsams sich dermaßen vertheilt hatte, daß auch sogar seine Kleider, das Bette und die Kammer ganz darnach rochen. Nachdem er sich durch diesen Schlaf erholt hatte, kämmte er sein Haar und fand, daß sich der Balsam durch dasselbe hindurch gezogen hatte, und daß sogar der Kamm wohlriechend geworden war.

Den

z) Della elettricita medica lettera del chiarissimo signore-gio: *Francisco Pivati*, al celebre signore Francisco Maria Zanotti. Lucqu. 1747. 8. Riflessioni fisiche sopra la medicina elettrica. a Venis. 1749. in fol.

Den Tag darauf elektrisirte Pivati einen ganz gesunden Menschen auf dieselbe Art, welcher aber von demjenigen, was mit der Elektrisirmaschine vorher vorgenommen war, gar nichts wußte. Als dieser eine Stunde nachher in Gesellschaft gieng, bemerkte er, daß sich eine allmählige Wärme durch seinen ganzen Körper verbreitete, und er ward munterer und lustiger als gewöhnlich. Sein Gesellschafter verwunderte sich über einen Geruch, und konnte nicht begreifen, wo er herrühre; er selbst aber empfand, daß der Dunst aus seinem eigenen Körper aufstieg, worüber er sich ebenfalls sehr verwunderte, weil er nicht den geringsten Verdacht darauf hatte, daß es von der Operation des Herrn Pivati herrühre.

Winkler in Leipzig, welcher eine solche außerordentliche Nachricht nicht gleichgültig betrachtete; ward begierig, die Kraft der Elektricität an gewissen Substanzen auf gleiche Art zu versuchen, und fand, daß der Erfolg dasjenige, was bisher davon bekannt geworden war, völlig bestätigte. Er that gestoßenen Schwefel in eine Glaskugel, und verstopfte sie so fest, daß nicht der geringste Schwefelgeruch zu verspüren war, als sie über dem Feuer umgedreht wurde. Nachdem die Kugel erkaltet war, elektrisirte er sie; hier stieg ein Schwefelgeruch auf, und bey Fortsetzung des Elektrisirens ward die Luft damit so angefüllt, daß derselbe über 10 Fuß weit zu riechen war. Er rief als Zeugen dieser Merkwürdigkeit den Herrn Professor Haubold und verschiedene andere herbey; diese aber wurden durch den Schwefelgeruch vertrieben. Er selbst hielt sich in dieser schweflichten Atmosphäre etwas länger auf, und sie zog sich in seinen Körper so hinein, daß sein Leib, Kleid

Kleid und Athem noch am folgenden Tage den Geruch davon behielt.

Hierauf versuchte Winkler die Wirkung eines angenehmern Geruchs, und füllte die Glaskugel mit Zimmt an. Nachdem er selbige, wie vorher, erwärmt hatte, ward der Zimmtgeruch sogleich von der Gesellschaft empfunden, und das ganze Zimmer war in sehr kurzer Zeit dermaßen davon angefüllt, daß es alle diejenigen, welche hineintraten, sogleich rochen.

Mit dem Peruvianischen Balsam war der Erfolg der nämliche, und sein Freund Haubold roch, nachdem er die Kraft des Balsams eingesogen hatte, so stark darnach, daß, als er zum Abendessen gegangen war, er von der Gesellschaft öfters befragt ward, was für einen guten Geruch er um sich habe? Als Winkler den Tag darauf Thee trank, empfand er einen ungemein lieblichen süßen Geschmack, welcher von den in seinem Munde noch zurück gebliebenen Dünsten des Balsams herrührte.

Nach einigen Tagen, als die Kugel den Balsamgeruch gänzlich verloren hatte, leitete man eine Kette aus dem Kammerfenster, und führte sie durch die freye Luft hindurch in ein anderes von jenem ganz abgesondertes Zimmer. Hier hieng man die Kette auf seidenen Schnüren, und gab sie einem Manne in die Hand, welcher ebenfalls auf ausgespannten seidenen Schnüren stand, und von demjenigen, was man mit ihm zur Absicht hatte, gar nichts wußte. Nachdem die Elektricität eine Zeitlang erregt worden war, fragte man den Mann, ob er nicht etwas röche? Er antwortete mit Ja, aber er wisse nicht wonach es röche. Nachdem man das Elektrisiren ohngefähr 1

Stun-

Stunde lang fortgesetzt hatte, roch das Zimmer so stark darnach, daß der Mann, welcher von dem Balsam nichts wußte, versicherte, daß seine Nase mit einem lieblichen Geruche angefüllt sey, welcher mit dem Geruche einer Art Balsam eine Aehnlichkeit habe. Nachdem er darauf in einem Hause geschlafen hatte, welches von dem Zimmer, wo der Versuch angestellt worden, ziemlich weit entfernt lag, stand er am Morgen ganz munter und vergnügt auf, und empfand in seinem Thee einen lieblichern Geschmack, als gewöhnlich.

Da nun diese und andere ähnliche Versuche dieser Art bekannt wurden, und dem Anscheine nach mit glaubwürdigen Zeugnissen bestätigt waren, so veranlaßte dieß sämmtliche Elektrisirer in Europa, diese Versuche zu wiederholen. Allein sie wollten keinem glücken. Baker gab daher den Rath, daß man alle diese Versuche, so unwahrscheinlich sie auch zu seyn schienen, einer nähern Prüfung unterwerfen möchte. So romanhaft, sagt er, auch diese Dinge zu seyn scheinen, so sollte man sie doch nicht so schlechterdings verachten, ohne einen genauen Versuch gemacht zu haben; denn wir alle erinnerten uns noch sehr wohl, daß jene Erscheinungen in der Elektricität, welche jetzt die gemeinsten und bekanntesten unter uns sind, unserer Vorstellung nach eben so wenig Glauben zu verdienen schienen, als die gegenwärtigen, wovon Nachrichten aus Rom, Venedig und Bologna eingegangen sind, wenn wir nicht selbst Versuche damit angestellt hätten [a]).

Der Abt Nollet, welchem außerordentlich daran gelegen war, sich von der Wahrheit oder Falschheit

a) Philos. Transact. abridg. Vol. X. p. 406.

heit dieser sonderbaren Nachrichten zu versichern, nahm sogar deßwegen eine Reise durch die Alpen vor, und begab sich nach Italien, wo er alle diejenigen Herren, die irgend eine Nachricht von diesen Versuchen bekannt gemacht hatten, besuchte. Nachdem nun alle diese Versuche in seiner Gegenwart und selbst an ihm mit der größten Sorgfalt wiederholt wurden; so kehrte er doch mit der Ueberzeugung wieder zurück, daß die Nachrichten von den Curen sehr übertrieben gewesen wären, daß er in keinem einzigen Falle einen durch die Zwischenräume elektrisch gemachter Glasröhren hindurch duftenden Geruch bemerkt, und daß keine Substanz jemals ihre Kraft denjenigen Personen mitgetheilt habe, welche, während daß sie elektrisirt worden, diese Röhren bloß in ihren Händen gehalten hätten. Indessen zweifelte er daran nicht, daß bey fortgesetztem Elektrisiren ohne riechende Substanzen manche Personen merkliche Linderung in verschiedenen Zufällen empfunden hätten.

Eine nicht geringere Aufmerksamkeit, als Nollet, zeigten die englischen Naturforscher auf diesen Gegenstand. Es war an die königliche Societät ein Bericht von Winkler eingelaufen, worin das Hindurchdunsten der riechenden Substanz durch die Zwischenräume der durch Reiben elektrisch gemachten Glasröhre durch Versuche dargethan werden sollte. Da aber keiner derselben in England gelingen wollte, so ward dem Sekretair aufgegeben, im Namen der Societät an Winkler zu schreiben, und ihn zu ersuchen, daß er nicht nur einen umständlichen Bericht von seinem Verfahren bey Anstellung der Versuche, sondern auch einige Kugeln und Röhren, welche zu diesem Behuf von ihm selbst zubereitet worden, an dieselben einzuschicken die Gütigkeit haben möchte.

Wink-

Winkler sandte dergleichen mit der dazu nöthigen Anweisung wirklich ein, und es wurden die Versuche mit aller nur möglichen Vorsicht in dem Hause des Herrn Watson am 21. Jun. 1751 angestellt. Dabey waren Martin Folkes, Nicolaus Mann, D. Mortimer, Peter Daval, Canton und Schröder, ein Freund von Winkler, gegenwärtig. Aber aller Mühe ungeachtet, welche diese Herren sich gaben, liefen doch die Versuche fruchtlos ab.

Die hinreichendste Widerlegung dieses vermeynten Hindurchdunstens starkriechender Substanzen sowohl, als auch der oben erwähnten medicinischen Wirkungen der Elektricität, wurden unstreitig zu Venedig, dem wahren Orte, wo diese medicinische Elektricität eigentlich ihren Ursprung nahm, gemacht. Die Versuche wurden vom Herrn Bianchini in Gegenwart sehr vieler Zeugen angestellt; allein alle diese Herren sahen sich insgesammt genöthigt, die ganze Sache als falsch zu erklären.

Bose in Wittenberg hatte einen Versuch, welchen er die Beatification nannte, gemacht, und hievon folgende Beschreibung gegeben: wenn bey der Elektrisation große Kugeln gebraucht würden, und die elektrisirte Person auf einem großen Pechkasten stände, so käme nach und nach eine schweifende Flamme aus dem Pechkasten hervor, und schlänge sich um ihre Füße herum; von da liefe sie bis an seine Knie und seinen Leib, bis sie zuletzt nach seinem Kopfe hinaufsteige; wenn man alsdann das Elektrisiren noch weiter fortsetze, so würde das Haupt dieser Person mit einem hellen Scheine, oder einer sogenannten Glorie umgeben, die derjenigen gewisser Maaßen gleichkomme,

komme, welche die Mahler bey Verzierung der Köpfe der Heiligen vorzustellen pflegten.

Alle Elektrisirer gaben sich Mühe, diesen Versuch auf gleiche Art anzustellen; allein er wollte nicht so gelingen, wie Bose ihn beschrieben hatte. Unter allen gab sich Watson in England die meiste Mühe. Er hielt die Operation verschiedenemal in eigener Person aus, und stand auf elektrischen Körpern, welche 3 Fuß hoch waren. Bey recht starkem Elektrisiren empfand er ein Kribbeln an der Haut seines Kopfes und in verschiedenen Theilen seines Körpers, oder eine Empfindung, welche mit derjenigen eine Aehnlichkeit hat, als wenn eine Menge Insekten zu gleicher Zeit über ihm hinweg kröche; auch bemerkte er, daß diese Empfindung allemal an denjenigen Theilen seines Körpers am stärksten war, welche sich einem unelektrischen Körper am nächsten befanden; allein ein Licht an seinem Kopfe zeigte sich durchaus nicht, obgleich der Versuch verschiedene mal im Finstern und anhaltend gemacht ward.

Als endlich Watson dieser Versuche überdrüssig geworden war, schrieb er an Herrn Bose, und ersah aus dessen Antwort, daß die ganze Sache ein bloßer Betrug gewesen sey. Bose gestand aufrichtig, daß er sich eines ganzen Harnisches bedient hätte, welcher mit verschiedenen stählernen Zierraten ausgeschmückt war, deren einige wie Nägel zugespitzt, andere wie Keile gestaltet, und noch andere pyramidal gewesen wären, und daß, als die Elektrisation sehr stark gewesen, die Ränder des Helms Strahlen von sich gegeben hätten, welche mit denjenigen, die man um die Köpfe der Heiligen zu mahlen pflegt, einige Aehnlichkeit

gehabt

gehabt hätten. Und hierin bestand seine ganze so sehr berühmte Beatifikation.

Poncelet will doch an einem Menschen mit kurzen Haaren die Beatifikation ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

Bose, welcher bey seinen Versuchen eine eigene Begierde nach etwas Geheimnißvollen und Wunderbaren gehabt zu haben schien, gab der königlichen Societät zu London Nachricht von einem Versuch, die Pole eines natürlichen Magneten umzukehren, ihre Kraft zu zerstören, und dieselbe wieder herzustellen; die eigentliche Methode beschreibt er aber nicht. Dieser Versuch hat aber in England Niemanden gelingen wollen.

Auch scheint bey einem gewissen Versuche, wovon Hales der königl. Societät in diesem Jahre Nachricht ertheilte, einiger Betrug vorgegangen zu seyn, da er nämlich den elektrischen Funken aus warmem Eisen von einer hellen lichten Farbe, aus warmem Kupfer grün, und aus einem warmen Ey von einer gelblichen Flammenfarbe wahrgenommen zu haben versichert. Diese Versuche schienen seiner Meynung nach anzuzeigen, daß einige Theilchen dieser verschiedenen Körper durch den elektrischen Funken zugleich mit hinweggeführt werden, wodurch diese verschiedene Farben zum Vorschein kommen.

Von einem andern merkwürdigen Versuche findet man in einem Aufsatze, der der königl. Societät am 29. May 1748 vorgelesen ward, Nachricht: Es soll nämlich durch einen elektrischen Funken ein barchentner Ueberrock an dem Sohne eines gewissen Robert Roche entzündet worden seyn, als selbiger um

eines gewissen Zufalls willen elektrisirt ward. Dieser Versuch ward wiederholt, und er hatte denselben Erfolg, wie das erste mal, wo es bloß etwas Zufälliges war.

Versuche und Entdeckungen des Herrn Franklin und seiner Zeitgenossen in der Lehre der Elektricität.

Gerade um die Zeit, da man sich in Europa mit den wichtigsten Entdeckungen in der Lehre der Elektricität sehr eifrig beschäftigte, verfolgte D. Franklin in Amerika ebenfalls diese Lehre, und bereicherte sie mit ungemein wichtigen Entdeckungen, welche seine New experiments and observations en electricity, made at Philadelphia in America enthalten, und welche er in verschiedenen Briefen an Herrn Peter Collinson zu London, Mitglied der königl. Gesellschaft, deren ersterer vom 28. Jul. 1747, und letzterer vom 18. April 1754 datirt ist, mitgetheilt hat.

Nichts ist über die Materie der Elektricität jemals geschrieben worden, was mehr gelesen und in allen Theilen von Europa bewundert ward, als diese Briefe. Fast in alle Europäische Sprachen wurden sie übersetzt, und zuletzt kam selbst noch eine lateinische Uebersetzung zum Vorschein.

Indessen scheint Franklin im Auslande weit berühmter geworden zu seyn, als in seinem Vaterlande, und sein Ruhm wurde durch seine Freunde und besonders durch die Einwendungen, welche der Abt Nollet gegen seine Theorie machte, ungemein vermehrt.

Die erste Gelegenheit, wodurch Franklin in Frankreich berühmt ward, war eine schlechte Uebersetzung

setzung seiner Briefe, welche dem Herrn von Buffon in die Hände gefallen war. Dieser Herr, nachdem er Franklin's Versuche mit glücklichem Erfolge wiederholt hatte, vermochte einen Freund von ihm, dem Herrn Dalibard, dahin, die Uebersetzung aufs neue durchzusehen und zu berichtigen, welche nachher nebst einer kurzen vorgesetzten Geschichte der Elektricität gedruckt, und durchgängig mit allgemeinem Beyfalle aufgenommen ward. Was zu dem erwünschten Fortgange dieser Bekanntmachung, und des Herrn Franklin's Grundsätze in Frankreich in Ansehen zu bringen, nicht wenig beytrug, ward dieß, daß ein Freund des Hrn. Dalibard Franklin's Versuche für Geld sehen ließ.

Franklin hatte, so wie auch D. Watson, entdeckt, daß die elektrische Materie nicht aufs neue hervorgebracht, sondern aus den benachbarten unelektrischen Körpern vermittelst des Reibens gesammelt würde. Er hatte bemerkt, daß es einem Menschen nicht möglich war, sich selbst zu elektrisiren, wenn er gleich auf Glas oder Wachs stand; sondern, daß die Röhre ihm nicht mehr Elektricität mitzutheilen vermögend war, als dieselbe beym Reiben von ihm bekommen hatte. Er nahm wahr, daß, wenn zwey Personen auf Wachs standen, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus annahm, sie beyde elektrisirt wurden; daß, wenn sie nach der Operation einander berührten, ein stärkerer Funken zwischen ihnen zum Vorschein kam, als wenn ein anderer eine von ihnen berührte; und daß ein solcher Funken die Elektricität von beyden hinweg nahm.

Diese Versuche brachten Franklin auf den Gedanken, daß die elektrische Materie von derjenigen

Person, welche die Röhre rieb, zu derjenigen, welche sie berührte, geleitet würde, wodurch einige Ausdrücke und Redensarten in die Elektricität eingeführt wurden, welche vorher nie gebräuchlich gewesen waren, und welche man seitdem beybehalten hat. Diejenige Person, welche die Röhre berührte, ward nach Franklin's Ausdruck auf eine positive oder mehrere Art elektrisirt, indem sie, seiner Meynung nach, einen Zusatz von elektrischer Materie bekam; dahingegen diejenige Person, welche die Röhre rieb, seiner Vorstellung nach, auf eine negative oder geringere Art elektrisirt ward; indem er annahm, daß dieselbe einen Theil ihrer natürlichen Quantität der elektrischen Materie verloren hätte. Diese Bemerkung leitete Franklin auf eine Hauptentdeckung, welche den Leydenschen Versuch betrifft. Sie besteht darin, daß, wenn die eine Seite des Glases auf eine positive Art elektrisirt gewesen ist, die andere auf eine negative Art elektrisirt war, so daß, was für eine Menge von elektrischer Materie auch nach der einen Seite des Glases hingebracht wird, eben so viel auch aus der andern herausgezogen wird; daß in der Phiole, nachdem sie geladen worden, wirklich nicht mehr elektrische Materie vorhanden sey, als zuvor; und daß alles, was durch Laden geschehen könne, nur darin bestehe, daß man sie von der einen Seite hinweg ziehe, und nach der andern hin leite. Auch nahm Franklin wahr, daß Glas keine Elektricität hindurch lasse, und daß daher, weil das Gleichgewicht in der geladenen Phiole durch keine inwendige Mittheilung wieder hergestellt werden konnte, dieses durch auswendige Leiter, welche die in- und auswendige Seite mit einander verbinden, geschehen müßte.

Die

Diese Hauptentdeckung machte er bey der Gelegenheit, da er bemerkte, daß, wenn eine Phiole geladen war, eine an einem seidenen Faden hängende Korkkugel von dem äußern Ueberzuge angezogen ward, wenn sie von einem mit der inwendigen Seite communicirenden Drathe zurückgestoßen ward; daß sie hingegen von der auswendigen Seite zurückgestoßen ward, wenn sie von der inwendigen angezogen worden war. Die Richtigkeit dieses Grundsatzes erhellte noch deutlicher, als er den Knopf des mit dem auswendigen Ueberzugs verbundenen Draths wenige Zolle von dem mit dem inwendigen Ueberzuge verbundenen Drathe anbrachte, und eine Korkkugel dazwischen hieng; denn alsdann ward die Kugel von ihnen abwechselnd angezogen, so lange bis die Phiole entladen war.

Die Naturforscher in Europa hatten beobachtet, daß eine Phiole nicht geladen werden konnte, wofern nicht ein Leiter die auswendige Seite berührte. Franklin machte diese Beobachtung allgemeiner, und konnte auch dieselbe besser erklären. Da keine elektrische Materie, sagt er, mehr in die inwendige Seite einer Phiole hinein gebracht werden kann, wenn alle aus der auswendigen Seite herausgetrieben ist; so kann auch in einer noch nicht geladenen Phiole nichts inwendig hinein gebracht werden, wenn nichts von auswendig heraus gebracht werden kann. Auch zeigte er durch einen schönen Versuch, daß, wenn die Phiole geladen war, bey Wiederherstellung des Gleichgewichtes die eine Seite gerade so viel verlor, als die andere gewann. Als er einen dünnen Zwirnsfaden nahe an den Ueberzug einer elektrisirten

 Phio-

Phiole gehängt hatte, bemerkte er, daß allemal, so oft er seinen Finger nahe an den Drath brachte, der Faden von dem Ueberzuge angezogen ward. Denn, als durch Berührung des Draths das Feuer von inwendig herausgezogen ward, zog die auswendige Seite gerade eben so viel durch den Faden in sich.

Er fand, daß beym Entladen der Phiole die eine Seite gerade eben so viel hergab, als die andere annahm, indem er die Person auf elektrische Substanzen stellte, und dieselbe die Phiole durch ihren Körper entladen ließ; wo er wahrnahm, daß bey derselben nach geschehenem Entladen keine Elektricität zurückblieb. Auch hieng er Korkkügelchen an einen isolirten Leiter zur Zeit der Entladung einer daran hangenden Phiole, und bemerkte, daß, wenn sie nicht vorher, ehe der elektrische Schlag geschah, zurückfuhren, sie auch weder während dem Schlage selbst noch nachher zurückgefahren sind. Der Versuch aber, welcher zum vollständigen Beweise diente, daß der Ueberzug an der einen Seite gerade eben so viel annahm, als von der Entladung der andern herausgelassen ward, war folgender: Er isolirte eine reibende Person, hieng alsdann eine Phiole an seinen Leiter, und fand, daß diese nicht geladen werden konnte, wenn er auch seine Hand beständig daran hielt, weil, ungeachtet die elektrische Materie die auswendige Seite der Phiole verließ, doch durch die reibende Person keine gesammlet war, welche nach der inwendigen Seite hätte geleitet werden können. Hierauf nahm er seine Hand von der Phiole hinweg, machte mittelst eines Draths eine Verbindung von dem auswendigen Ueberzuge nach der isolirten reibenden Person, und fand, daß sie sich alsdann leicht laden ließ. In die-

diesem Falle war offenbar, daß eben diese Materie, welche den auswendigen Ueberzug verließ, mittelst der reibenden Person, der Kugel, des Leiters und des Draths der Phiole nach der inwendigen Seite geleitet ward.

Franklin's neue Theorie wegen der Ladung der Leydner Flasche führte ihn zur Beobachtung einer größern Menge von Erscheinungen, das Laden sowohl als das Entladen derselben betreffend, als andere Naturforscher wahrgenommen hatten. Er fand, daß die Phiole eben so stark elektrisch ward, wenn sie an dem Henkel gehalten, und der Ueberzug an die Kugel oder an die Röhre gelegt ward, als wenn dieselbe an dem Ueberzuge gehalten, und der Henkel an die Kugel der Röhre gelegt worden wäre; und daß mithin derselbe Schlag und dieselbe Erschütterung erfolgte, wenn die elektrisirte Phiole in der einen Hand am Henkel gehalten, und der Ueberzug mit der andern berührt ward, als wenn sie am Ueberzuge gehalten, und am Henkel berührt worden wäre. Um die geladene Phiole mit Sicherheit am Henkel zu halten, und ihre Kraft nicht zu schwächen, fand er, daß es nöthig war, sie vorher auf Körper, welche an und für sich elektrisch sind, niederzusetzen.

Wenn jemand zwey Phiolen in seiner Hand hielt, wovon die eine völlig und die andere nicht völlig elektrisirt war, und ihre Henkel nahe an einander brachte, so bemerkte Franklin, daß er nur einen halben Schlag empfand; denn die beyden Phiolen blieben nur halb elektrisch, indem die eine halb geladen, und die andere halb entladen war.

Wenn zwey Phiolen beyderseits durch ihre Henkel geladen waren, und eine Korkkugel an einem seidenen Faden zwischen denselben gehängt ward, so ward die Kugel von beyden zuerst angezogen, und nachher zurückgestoßen. Waren sie hingegen elektrisch gemacht worden, und zwar die eine durch den Drath und die andere durch den Ueberzug, so spielte die Kugel zwischen beyden lebhaft, so lange bis sie beynahe entladen waren. Damals gab Franklin nicht darauf Acht, daß, wenn beyde Phiolen durch ihre Ueberzüge geladen waren, die Kugel von ihnen beyden zurückgestoßen ward, gleich als wenn sie mehr elektrisch geworden wären. Und als er nachher wahrnahm, daß zwey weniger elektrisch gemachte Körper einander zurückstießen, so schien er über diese Erscheinung in Erstaunen gesetzt worden zu seyn, und er gestand, daß er keinen hinreichenden Grund davon angeben könnte.

Es war einem jeden Elektrisirer bekannt, daß eine inwendig feucht gemachte Kugel oder Röhre wenig oder gar kein elektrisches Feuer gebe; es war aber kein gehöriger Grund davon angeführt worden, ehe Franklin eine Erklärung davon versuchte. Er sagt, daß, wenn eine mit einiger unelektrischen Materie überzogene Röhre gerieben wird, dasjenige, was sich aus der Hand durch das Hinabstreichen sammlet, sich in die Zwischenräumchen des Glases hinein begebe und eine gleiche Quantität aus der innern Oberfläche in den unelektrischen Ueberzug hinein treibe; und daß die Hand beym Hinauffahren, um einen zweyten Strich zu verrichten, dasjenige wieder heraus ziehe, was in die auswendige Oberfläche hinein gebracht worden, und die innere Oberfläche zu derselben

Zeit

Zeit dasjenige wieder in sich zurücknehme, was sie an den unelektrischen Ueberzug abgeliefert hatte, so daß bey jedem Striche, welchen die Röhre bekommt, das elektrische Fluidum sich in ihre Zwischenräumchen bald hinein, bald wieder heraus begiebt.

Wenn unter solchen Umständen ein Drath in die Röhre gelegt ward, so bemerkte er, daß sie geladen ward, wenn jemand unterdessen den Drath berührte, da ein anderer die Röhre rieb, und seinen Finger wieder zurückzuziehen suchte, sobald der von inwendig herausgelockte Funken getroffen haben würde.

Bey einer Röhre, aus welcher die Luft herausgezogen war, bemerkte er, daß ein von einem Drathe berührter unelektrischer Ueberzug gar nicht nöthig war; sondern daß im luftleeren Raume das elektrische Feuer ohne Beyhülfe eines unelektrischen Leiters aus der innern Oberfläche ungehindert herausfuhr.

Aus demselben Grundsatze erklärte Franklin die Wirkungen eines durch Reiben elektrisch gemachten Körpers, welche durch das Glas hindurch in dem luftleeren Raume jenseits demselben beobachtet werden. Die Röhre und deren elektrisch gemachte Atmosphäre, wenn sie nahe an ein gläsernes Gefäß gebracht werden, treiben die elektrische Materie von der innern Oberfläche des Glases zurück; und die aus der innern Oberfläche herausfahrende Materie wirkt auf leichte Körper in dem luftleeren Raume, sowohl bey ihrem Herausfahren aus dem Glase, als auch bey ihrem Zurückgehen nach demselben, wenn der elektrisch gemachte Körper von der äußern Seite zurückgezogen wird.

Ferner ward Franklin durch diesen Grundsatz auf den Gedanken geleitet, verschiedene Phiolen zugleich auf einmal zu laden, indem er die auswendige Seite der einen mit der inwendigen Seite einer andern verband, um dadurch zu bewürken, daß die elektrische Materie, welche aus der erstern herausgetrieben ward, von der zweyten aufgenommen, und diejenige, welche aus der zweyten entwich, von der dritten aufgenommen würde u. s. f. Durch dieses Mittel fand er, daß sich eine ziemliche Anzahl Flaschen durch einerley Mühe so gut wie eine einzige laden ließ; und zwar, daß sie sich in gleicher Stärke laden ließen, wofern nicht jede Flasche mit einigem Widerstande neue elektrische Materie in sich nähme, und ihre alte verlöre. Dieser Widerstand, sagt er, wird bey einer Menge Flaschen mehr der ladenden Kraft gleich, und auf solche Art wird die elektrische Materie nach der Kugel weit geschwinder wieder zurückgetrieben, als es bey einer einzigen Flasche geschehen würde. Hiernach errichtete Franklin eine elektrische Batterie, welche aus 11 großen viereckten Glasscheiben bestand, die an jeder Seite eingefaßt und dergestalt mit einander verbunden waren, daß bey dem Laden der einen zugleich alle geladen wurden. Nachdem er hierauf ein Mittel gefunden hatte, einen Drath um die von sich gebenden Seiten, und einen andern Drath um die in sich nehmenden Seiten herum zu bringen, so vereinigte er die Kraft sämmtlicher Scheiben, und ließ sie alle auf einmal entladen.

Beym Anfange seiner Versuche mit der Leydner Flasche glaubte er, daß das elektrische Fluidum insgesammt in die Substanz des mit dem Glase in unmittelbarer Berührung stehenden unelektrischen Kör-

pers hinein gedrängt würde; er fand aber nachher, daß die den erschütternden Schlag hervorbringende Kraft in dem Glase selbst und nicht in dem Ueberzuge läge, aus folgender sinnreichen Zergliederung der Flasche. Er stellte die geladene Flasche auf Glas; alsdann zog er zuerst den Kork und den Drath heraus, und fand, daß die Kraft nicht darin läge. Er berührte den äußern Ueberzug mit der einen Hand, und steckte den Finger der andern in die Oeffnung der Flasche; da er dann den Schlag eben so stark fühlte, als wenn der Kork und Drath darin gewesen wären. Hierauf lud er die Phiole von neuem, und goß das Wasser heraus in eine leere isolirte Flasche, in der Hoffnung, daß, wenn die Kraft in dem Wasser läge, dasselbe den Stoß hervorbringen würde; allein er fand, daß es keinen hervorbrachte. Hiernach urtheilte er, daß das elektrische Feuer entweder beym Abgießen des Wassers verloren gegangen, oder aber noch in der Flasche zurückgeblieben seyn müßte. Das letztere fand er als richtig. Denn als er die geladene Flasche mit frischem Wasser anfüllte, fühlte er den Stoß, und es war ihm lieb, daß er nunmehr wußte, daß die Kraft, welche denselben hervorbrachte, in dem Glase selbst säße.

Franklin machte dieselben Versuche mit Glasscheiben, indem er den Ueberzug nur obenhin darauf brachte und denselben veränderte, so wie er vorher das Wasser in der Flasche verändert hatte. Der Erfolg war jedesmal derselbe. Dieser Versuch ist wichtiger, als der erstere; indem, wenn gleich das Wasser ausgegossen wird, doch noch ein kleiner Ueberzug von Flüssigkeit zurück bleibt, den man als die wirkende Ursache des erschütternden Schlages ansehen kann.

Daß

Daß das elektrische Feuer wirklich im Glase sich befinde, erhellte noch mehr aus der Betrachtung, daß, wenn Glas vergoldet war, das Entladen desselben ein rundes Loch verursachte, wodurch ein Theil der Vergoldung abgerissen ward, welches, nach seiner Meynung, einzig und allein durch das aus dem Glase durch die Vergoldung gedrungene elektrische Feuer verursacht seyn konnte. Ferner meldet er, daß, wenn die Vergoldung überdieß mit Terpentin überzogen war, dieser Firniß, ungeachtet er trocken und hart war, von dem durch denselben hindurch getriebenen Funken verbrannte, indem er einen sichtbaren Rauch und einen starken Geruch nachließ. Imgleichen, daß, wenn man einen Funken durch Papier hindurch schlagen ließ, dasselbe von dem Rauche schwarz anlief, welcher sich bisweilen sogar durch verschiedene Blätter hindurch zog, und daß ein Theil der abgestoßenen Vergoldung in das durch den Schlag verursachte Loch in dem Papiere mit Gewalt hineingetrieben gefunden wurde. Auch hatte er beobachtet, wenn eine dünne Flasche durch eine Ladung zerbrach, daß das Glas zu gleicher Zeit nach innen zerbrach, wenn die Verguldung nach außen hin zerrissen wurde.

Zuletzt entdeckte Franklin, daß verschiedene Substanzen, welche die Elektricität überhaupt abzuleiten geschickt waren, den Schlag von einer geladenen Phiole nicht leiten wollten. Ein nasser Bindfaden z. B. will doch bisweilen keinen Schlag fortleiten, ungeachtet derselbe die Elektricität sehr gut hindurchläßt. Eine gleiche Beschaffenheit hatte es auch mit einem Eiskuchen. Trockne Erde, welche in eine Glasröhre zu fest hineingestampft war, leitete einen Schlag

ganz

ganz und gar nicht ab, da sie doch wirklich die Elektricität, wiewohl nur sehr unvollkommen, ableitete.

Eine Hauptentdeckung des Hrn. Franklin, welche er in Ansehung der Elektricität machte, war die der völligen Aehnlichkeit zwischen der Elektricität und dem Blitze. Jedoch finden sich schon vor Franklin einige Bemerkungen verschiedener Naturforscher von der Gleichförmigkeit der elektrischen Kraft und des Blitzes, welche hier angeführt zu werden verdienen. Nach dem Herrn Gray war Desaguliers der erste [b]), welcher etwas ausführlich von diesem Gegenstande geschrieben hat, da, wo er in seiner Naturlehre von dem Aufsteigen der Dünste vermöge der elektrischen Kraft handelt. Die Luft, sagt er, ist für sich elektrisch, weil sie den Körpern, die man durch Reiben elektrisirt, die elektrische Kraft nicht raubt. Sie theilt den durch die Wärme aufgetriebenen Wassertheilchen ihre Elektricität mit, und treibt sie sogleich darauf wieder von sich. Wie nun diese elektrisirten Wassertheilchen gleichfalls einander unter sich zurücktreiben, so wird die Luft von ihrer innerlichen Feuerkraft ausgebreitet, specifisch leichter, und steigt solchergestalt höher auf, wobey sie alle elektrische Wasserdünste mit sich in die Höhe führt, die sich daselbst in große elektrische Wolken sammlen, welche ihr Wasser fallen lassen, sobald die Luft, in der sie schweben, einige schnelle Veränderungen leidet. Die übrigen Ausdünstungen, welche von Körpern aufsteigen und durch Reiben elektrisch werden, haben schon für sich selbst die elektrische Kraft, daher sie auch die Luft auf eben die Art ausbreiten, und höher hinauf geführt werden. Wenn diese Ausdünstungen von solchen Kör-

b) Cours de philos. exper. T. II. p. 357-374.

Körpern aufsteigen, die durch Reiben entgegengesetzte Elektricitäten bekommen, so haben auch die daraus entstehenden Wolken entgegengesetzte elektrische Kräfte. Besteht eine Wolke aus Schwefeldünsten, die andere aus Salpeterdünsten, so werden sich diese Wolken gegen einander ziehen, und eine starke Gährung nebst Blitz und Donner verursachen.

Nachdem die großen Wirkungen der Leydner Flasche näher untersucht wurden, so fieng man noch mehr an, den Blitz für eine ähnliche Wirkung mit der Elektricität zu halten. So sagt der Abt Nollet [c]): sollte sich jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erscheinungen versehene Vergleichung zu beweisen, daß der Donner unter den Händen der Natur eben das sey, was die Elektricität unter den unsrigen ist, daß diese Wunder, womit wir jetzt nach unserm eigenen Gutdünken schalten, kleine Nachahmungen von denjenigen starken Wirkungen sind, die uns so sehr erschrecken, und daß alles von einerley Mechanismus herrühre: sollte man ferner zeigen, daß eine durch die Wicksamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermischung der Dünste u. s. w. zubereitete Wolke, wenn sie einem irdischen Objekte gerade entgegen steht, eben das sey, was der elektrische Körper bey der Gegenwart und einer gewissen Annäherung desjenigen ist, den man noch nicht elektrisirt hat; so gestehe ist, daß mir dieser Beweiß, wenn er mit guten Gründen unterstützt seyn sollte, ungemein wohl gefallen würde: und wie viele scheinbare Beweise stellen sich nicht einem Manne dar, der ei-

ne

c) Leçons de physique Vol. IV. p. 34. Vorlesungen über die Experimentalnaturlehre. Th. IV. Erf. 1751. 8. S. 730 — 732.

ne vollkommene Erfahrung in der Elektricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart der Elektricität, ihre schnelle Wirkung, ihre Brennbarkeit, und ihre Kraft, andere Materien zu entzünden; die Eigenschaften, welche sie hat, die Körper äußerlich und innerlich bis auf ihre kleinsten Theile zu erschüttern; das ganz sonderbare Beyspiel, welches wir von dieser Wirkung an dem leydenschen Versuche haben; die Vorstellung, welche man sich billig davon machen kann, wenn man dabey einen größern Grad der elektrischen Kraft voraussetzt, und noch anders mehr: alle diese Stücke der Aehnlichkeit, die ich seit einiger Zeit in Ueberlegung gezogen habe, bewogen mich, nach und nach zu glauben, daß man sich von dem Donner und Blitze, wenn die Elektricität zum Muster genommen wird, weit richtigere und wahrscheinlichere Vorstellungen machen könne, als von allen dem, was man sich bisher eingebildet hat u. s. f. Diese Muthmaßung über die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektrischen Funken ward im Jahr 1746 von Herrn **Winkler** in Leipzig zuerst als eine unläugbare Wahrheit sehr überzeugend bewiesen. Eine Schrift [d]), worin sich ein eigenes Kapitel findet: ob Schlag und Funken der verstärkten Elektricität eine Art des Blitzes und Donners sind? und worin die Frage bejaht und der einzige Unterschied in die Stärke gesetzt wird, ist ein hinreichender Beweis, daß **Winkler** die Aehnlichkeit des Blitzes mit der Elektricität ausdrücklich angeführt hat. Er selbst führt in einem Programm [e]) an, daß vor ihm noch keiner behauptet habe,

d) Von der Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen. Leipz. 1746. 8.

e) De avertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753.

be, daß der Blitz und der elektrische Funken völlig übereinstimme. Indessen ist nicht zu läugnen, daß Franklin der erste war, welcher eine Methode vorschlug, diese Meynung als wahr zu beweisen, da er, wie sich Nollet ausdrückt, den kühnen Gedanken verfolgte, den Blitz vom Himmel herabzubringen, indem er glaubte, daß spitzige eiserne Stangen, wenn sie in der Luft zu der Zeit, wenn die Atmosphäre mit Blitz geladen war, aufgesteckt würden, die Materie des Donners aus derselben herabziehen, und sie ohne Getöse und Gefahr in den unermeßlichen Körper des Erdbodens entladen würden, woselbst sie gleichsam als verschlungen zurückbleiben würde.

Um seine großen Absichten auszuführen, stellte Franklin zuerst Versuche mit spitzigen Körpern an. Er war der erste, welcher die vollkommene und wunderbare Wirkung spitziger Körper, sowohl in Herbeylockung, als auch Ableitung des elektrischen Feuers, wahrnahm.

Es war nur noch ein kleiner Schritt bis zur Entdeckung der Wirkung spitziger Körper zu thun, als Carl August von Bergen[f]), Prof. der Medicin zu Frankfurth an der Oder, bemerkte, daß die mitgetheilte Elektricität desto stärker und empfindlicher sey, je ebener und polirter die Fläche der Körper ist. Von Bergen hatte sich vergebens bemüht, mit einer unpolirten eisernen Stange die leicht feuerfangenden Spiritus zu zünden; sobald er aber mit dem bloßen Degen den Versuch anstellte, hat er im Augenblicke den Weingeist, wenn er auch nicht sehr rectificirt gewesen war, und andere Spiritus entzünden können.

Jal

f) Gralath Geschichte der Elektricität. Abschn. III. S. 378.

Jallabert war der erste, welcher bemerkte, daß ein an dem einen Ende spitziger und an dem andern Ende runder Körper verschiedene Erscheinungen bey einem und demselben Körper hervorbrachte, nachdem entweder das spitzige oder das runde Ende demselben nahe gehalten ward. Diese Wirkung war aber doch, wie Nollet [g]) versichert, welcher bey dem Versuche gegenwärtig war, nicht beständig; und es ward nichts daraus geschlossen. Er gesteht selbst, daß Franklin der erste gewesen sey, welcher die Eigenschaft gezeigt habe, daß spitzige Körper die Elektricität weit kräftiger und in größern Entfernungen anzögen, als andere Körper es zu thun vermöchten [h]). Ellicott [i]), welcher Jallaberts Versuch mit den Spitzen von Nollet erfahren hatte, suchte schon im Jahr 1747 eine Erklärung davon zu geben. Alles dieß war aber noch so unvollkommen, daß es mit Franklin's Entdeckungen hierüber gar nicht in Vergleichung kommen kann.

Franklin giebt als Entdecker der erwähnten Eigenschaft der Spitzen seinen Freund Thomas Hopkinson an, der eine eiserne Kugel mit einer daran befestigten Nadel — um seiner Meynung nach die Elektricität in der Spitze zu concentriren — elektrisirt, aber zu seinem Erstaunen gar keine Elektricität darin gefunden habe. So erzählt er die Sache

g) Lettres sur l'électricité. Vol. I. Paris 1753. 12. p. 130.

h) Recherches sur les causes partuc. des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.

i) Philos. Transact. Vol. XLV. for 1784. n. 486. p. 210.

che in der neuern Ausgabe seiner Versuche [k]), da er in den ältern [l]) dieser wunderbaren Kraft der Spitzen in Ableitung und Ausströmung der Elektricität bloß als einer gemeinschaftlichen Entdeckung seiner Freunde in Amerika gedacht hatte.

Franklin suchte die Wirkung zugespitzter Körper dadurch zu erklären, daß er annahm, das Anziehen, wodurch die elektrische Materie an den Körper gehalten werde, sey gering, weil die Grundfläche, worauf diese Materie auf der Spitze eines elektrisirten Körpers ruhe, gering sey; und daß aus demselben Grunde der Widerstand gegen den Eintritt der elektrischen Materie verhältnißmäßig an diesem Orte schwächer sey, als da, wo die Oberfläche breit sey. Er gesteht aber, daß er mit diesem Satze nicht völlig zufrieden sey.

Franklin fängt seine Nachricht von der Aehnlichkeit der elektrischen Flüssigkeit mit dem Blitze damit an, daß er seine Leser warnt, sich durch den großen Unterschied der Wirkungen in Ansehung des Grades nicht irre machen zu lassen, indem in Ansehung ihrer innern Beschaffenheit selbst weiter keine Unähnlichkeit statt finde. Es ist gar kein Wunder, sagt er, wenn die Wirkungen des einen so viel größer sind, als die Wirkungen des andern. Denn wenn zwey elektrisirte Flintenläufe auf 2 Zoll weit einen Eindruck verursachen, und einen lauten Knall hervorbringen: wie unendlich weiter müs-

k) New exper. and observat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 5.

l) Franklin's Briefe durch Wilke übersetzt. II. Brief an Collinson v. 1. Sept. 1747. S. 14.

müssen nicht hunderttausend elektrische Morgen tref- sen und ihr Feuer von sich geben, und wie laut muß nicht der Knall davon seyn!

Seine Bemerkungen, die er vom Blitze anführt, sind folgende:

1. Man sieht gemeiniglich die Blitze in der Luft krumm herum und wellenförmig laufen. Eine gleiche Bewandtniß hat es allemal, sagt er, mit dem elektri- schen Funken, wenn derselbe aus einem irregulairen Körper in einiger Entfernung hervorgelockt wird.

2. Blitze treffen die höchsten und spitzigsten Ge- genstände auf ihrem Wege weit eher, als andere, z. B. hohe Hügel und Bäume, Thürme, spitzige Säu- len, Schiffsmaste, Spitzen von Bergen u. d. gl. Eben so pflegen auch spitzige Leiter das elektrische Fluidum weit geschwinder in sich zu nehmen, oder von sich zu lassen, als diejenigen, welche sich in breite Ober- flächen endigen.

3. Man bemerkt, daß der Blitz den leichtesten und besten Leiter ergreift, ein gleiches thut die Elek- tricität bey der Leydner Flasche. Aus diesem Grun- de nimmt Franklin an, daß es bey einem Don- nerwetter weit sicherer sey, nasse Kleider anzuhaben, als trockene, indem der Blitz alsdann großentheils durch das Wasser aus dem auswendigen Theile des Leibes nach dem Erdboden zu fortgeführt werde. Man findet, sagt er, daß wohl eine trockene Ratze durch die Explosion der elektrischen Flasche getödtet werden könne; eine nasse aber nicht.

4. Der Blitz sengt eben so wie die Elektricität. Franklin versichert, daß er damit hartes trockenes Harz, unerwärmte Spiritus, und sogar Holz habe

 in

in Brand bringen können. Er sagt, daß er Schießpulver bloß dadurch entzündet habe, daß er es in eine Patrone fest eingestampft, in jedes Ende derselben spitzige Drathe hineingesteckt, diese einen halben Zoll weit von einander gebracht, und alsdann einen elektrischen Schlag durch dieselben habe hindurch fahren lassen.

5. Der Bliß bringt bisweilen Metalle zum Schmelzen. Ein gleiches thut die Elektricität. Die Methode, wodurch Franklin die Metalle vermittelst der Elektricität zum Schmelzen brachte, bestand darin, daß er dünne Stücke derselben zwischen zwey fest zusammen gebundene Glasscheiben legte, und einen elektrischen Schlag durch dieselben hindurch gehen ließ. Bisweilen ward dasjenige Stück Glas, wodurch sie an einander gehalten wurden, durch die Entladung in Stücke zerschmettert, und zerfiel in eine Art von grobem Sand, dergleichen sich einstmals mit Stücken von einem dicken Spiegel ereignete; blieben sie aber ganz, so ward das Stück Metall an verschiedenen Orten, wo es zwischen denselben gelegen hatte, vermißt, man fand an dessen statt einen metallischen Fleck an beyden Gläsern, und die Flecke an dem obern und untern Glase waren in dem kleinsten Zuge einander völlig gleich.

Ein auf diese Art gebrauchtes Stück Goldblättchen, erschien nicht nur geschmolzen, sondern auch sogar, wie Franklin glaubte, verglaset, oder sonst in die Zwischenräume des Glases dergestalt hineingetrieben, daß es dadurch vor der Wirkung des stärksten Königswassers geschützt war. Bisweilen bemerkte er, daß sich die metallischen Flecke etwas weiter verbreiteten, als die dünnen Stücke Metall sich er-

streck-

streckten. Aechtes Gold verursachte einen dunklern, etwas röthlichen, und Silber einen grünlichen Fleck.

Wilson behauptet, daß bey diesem Versuche das Gold nicht in die Zwischenräume des Glases hineingetrieben, sondern nur so dicht an die Oberfläche des Glases gebracht worden sey, daß es durch eine überaus große Kraft fest daran gehalten werde; durch eine eben solche, als sich auf der Oberfläche aller Körper, was für welche es auch seyn mögen, zeigt.

6. Der Blitz zertrennt einige Körper. Eben dieß thut die Elektricität. Nach Franklin's Bemerkung schlägt der elektrische Funke ein Loch durch ein Buch Papier. Wenn Holz, Steine u. d. gl. durch den Blitz zerspaltet werden, so fahren, wie er anführt, die Splitter von derjenigen Seite zurück, wo sich der geringste Widerstand findet. Eben so, sagt er, wenn durch einen elektrisirten Krug ein Loch durch ein Stück Pappe hindurch geschlagen wird, wofern sowohl die eine als die andere Seite der Pappe auf beyden Seiten gleich frey sind; so steigt rings um das Loch herum an beyden Seiten der Pappe ein Wulst in die Höhe; ist hingegen die eine Seite dicht zusammengepreßt, so daß der Wulst auf dieser Seite sich nicht in die Höhe begeben kann, so steigt er gänzlich auf der andern Seite in die Höhe, welche Richtung auch übrigens das Fluidum genommen haben mag. Denn der Wulst um die auswendige Seite des Lochs herum ist eine Wirkung des Auseinanderfahrens der elektrischen Materie, die sich vom Mittelpunkte nach allen Seiten ausbreitet, und keinesweges eine Wirkung der Richtung der Materie.

7. Man weiß, daß Personen oft vom Blitze blind geworden sind; und eine Taube ward nach einem heftigen Schlage, wodurch Franklin dieselbe tödten wollte, ebenfalls blind.

8. Bey einem von D. Miles [m]) beschriebenen Donnerwetter zu Stretham riß der Blitz etwas vom Anstriche einer goldenen gegrabenen Arbeit einer viereckten Leiste von Tafelwerk herunter, ohne den übrigen Theil des Anstriches zu beschädigen. Franklin machte dieß dadurch nach, daß er ein Stückchen Papier über die Vergoldung der Schale eines Buchs klebte, und alsdann einen elektrischen Schlag hindurch gehen ließ. Das Papier ward von einem Ende bis zum andern abgerissen, und zwar mit solcher Gewalt, daß es an verschiedenen Orten durchriß, und an andern Orten gieng ein Theil vom Türkischen Leder, worin das Buch gebunden war, mit entzwey. Dieß überzeugte Franklin, daß, wenn es mit einer Farbe überstrichen worden wäre, dieser Anstrich auf eben die Art, wie bey dem Tafelwerke zu Stretham, würde herunter gerissen worden seyn.

9. Der Blitz zerstört das thierische Leben. Durch den elektrischen Schlag sind ebenfalls Thiere getödtet worden. Die größten Thiere, welche Franklin und seine Freunde zu tödten vermögend gewesen, waren ein Huhn, und eine Indianische Henne, welche ungefähr 10 Pfund wog.

10. Magnete verloren entweder durch den Blitz ihre Kraft, oder ihre Pole wurden umgekehrt. Ein gleiches bewerkstelligte Franklin durch die Elektricität. Oefters machte er die Nadeln durch selbige polarisch,

m) Philos. Trans. N. 488. for 1748. p. 383.

larisch, und verkehrte die Pole nach Belieben. Ein durch eine feine Nähnadel hindurch gelassener Schlag von vier großen Krügen machte dieselbe polarisch, so daß sie auf Wasser gelegt hin und wieder fuhr. Das merkwürdigste bey diesen Versuchen mit Magneten war, daß die Nadel, durch welche der elektrische Schlag gieng, an demjenigen Ende, durch welches der elektrische Schlag gieng, nach Norden zeigte, wenn sie nach Westen und Osten lag; lag sie aber nach Norden und Süden, so zeigte das Ende, welches nach Norden lag, beständig nach Norden, es mochte das Feuer an diesem oder dem andern Ende hinein gefahren seyn. Indessen bildete er sich ein, daß ein stärkerer Schlag die Pole auch sogar in dieser Lage verkehrt haben würde, welche Wirkung, wie bekannt, durch den Blitz hervorgebracht werde. Auch bemerkte er, daß die Polarität am stärksten war, wenn die Nadel getroffen wurde, indem sie nach Norden und Süden lag; dagegen am schwächsten, wenn sie nach Osten und Westen lag. Er nahm wahr, daß bey diesen Versuchen die Nadel in einigen Fällen durch die elektrische Flamme schön blau anlief, gleich einer Uhrfeder; in welchem Falle die beygebrachte Farbe bloß durch einen Schlag von zwey Krügen wieder weggebracht werden konnte; hingegen befestigte ein Schlag von vier Krügen dieselbe noch mehr, und brachte öfters die Nadel zum Schmelzen. Die Krüge, deren sich Franklin bediente, hielten sieben bis acht Gallonen, und waren mit Zinnfolie überzogen.

Um die Gleichheit der elektrischen Materie mit der Materie des Blitzes auf die möglichst-vollständigste Art zu beweisen, erfand Franklin ein Mittel, die Elektricität wirklich vom Himmel herabzu-

bringen. Dieses Mittel war ein elektrischer papierner Drache, welchen er in die Höhe steigen ließ, wenn er merkte, daß ein Gewitter in der Atmosphäre war. Oben auf diesem Drachen war ein zugespitzter Drath befestigt, wodurch er den Bliz aus den Wolken herauslockte. Der Bliz fuhr alsdann die hänfene Schnur hinab, und ward von einem an das Ende derselben befestigten Schlüssel in Empfang genommen. Derjenige Theil der Schnur, welcher in der Hand gehalten ward, war von Seide, damit die Elektricität, wenn sie an den Schlüssel käme, aufgehalten würde. Er fand, daß die Schnur auch alsdann, wenn sie beynahe trocken war, die Elektricität ableitete; war sie hingegen naß, so leitete sie dieselbe ganz ungehindert ab, so daß, wenn jemand seinen Finger nahe am Schlüssel hielt, daß Feuer in vollem Strome aus demselben hervorkam.

Bey diesem Schlüssel ladete er eine Phiole, zündete alsdann damit Spiritus an, und bewerkstelligte alle übrige elektrische Versuche, welche gemeiniglich vermittelst einer durch Reiben elektrisch gemachten Kugel oder Röhre geschehen.

Als Franklin seine Methode, die Meynung über die Gleichheit der Elektricität mit der Blizmaterie als wahr zu beweisen, bekannt gemacht hatte, wartete er auf die Errichtung einer Kirchthurmspitze in Philadelphia, um seine Absichten ausführen zu können, weil er sich damals einbildete, daß eine zugespitzte Stange von mäßiger Höhe nicht dazu hinreichend wäre, sondern vielmehr auf den Gedanken kam, daß er einen leichtern und bessern Zutritt zu den Gegenden der Gewitter mittelst eines gemeinen papiernen Drachen, als durch irgend eine Art von Thurmspitze, haben

ben könne. Zu diesem Ende bereitete er ein großes sei-
denes Schnupftuch und zwey kreuzweis gelegte Stäb-
chen zu, woran er dasselbe ausbreitete. Bey dem er-
sten Donnerwetter begab er sich auf ein Feld, wo
sich eine bequeme Hütte befand. Nachdem er den
Drachen hatte fliegen lassen, verstrich eine geraume
Zeit, ehe sich einiger Anschein, daß derselbe elektrisch
geworden wäre, zeigte. Eine sehr viel versprechende
Wolke war ohne die geringste Wirkung über densel-
ben weg gezogen. Da er endlich, als er an sei-
ner Erfindung zu zweifeln anfangen wollte, bemerkte,
daß einige lose Fäden der Schnur gerade in die Hö-
he standen, und vor einander flohen, eben als wenn
sie an einem gemeinen Leiter gehangen hätten; so brach-
te er nun das Gelenk seines Fingers an den Schlüs-
sel, und nahm einen sehr deutlichen elektrischen
Funken wahr. Es erfolgten andere, noch ehe die
Schnur naß geworden war, und als der Regen die
Schnur naß gemacht hatte, sammlete er das elektri-
sche Feuer sehr häufig. Dieß geschah im Jahr 1752,
einen Monat nachher, als die Elektrisirer in Frank-
reich dieselbe Theorie als wahr bestätigt hatten, aber
noch vorher, ehe er von demjenigen, was daselbst ent-
deckt worden war, Nachricht erhalten hatte.

Außer diesem Drachen gebrauchte Franklin nach-
her auch eine isolirte eiserne Stange, um den Blitz in
sein Haus zu leiten, damit er allemal, so oft sich ei-
ne beträchtliche Quantität davon in der Atmosphäre
befand, Versuche anstellen könnte. Um die geringste
bequeme Gelegenheit hiezu nicht unbenutzt zu lassen,
befestigte er an derselben zwey Glöckchen dergestalt,
daß sie ihm durch ihr Geläute die Elektrisirung der
Stange ankündigten.

 Als

Als Franklin auf diese Art im Stande war, den Bliz in sein Haus zu leiten, so konnte er damit Versuche nach Belieben anstellen. Da er sich nun überzeugt hatte, daß der Bliz in aller Rücksicht mit der Elektricität von gleicher Beschaffenheit wäre, so war er auch noch begierig zu wissen, ob derselbe von einer positiven oder negativen Art sey. Das erste mal, da ihm ein zu dieser Absicht angestellter Versuch glückte, am 12. Apr. 1753, zeigte es sich, daß der Bliz negativ elektrisch sey. Nachdem er nun den Versuch zu verschiedenen malen wiederholte, und ihn nach der Zeit bey mehreren Gelegenheiten, allemal mit gleichem Erfolge, angestellt hatte, so folgerte er daraus, daß die Wolken allezeit negativ elektrisch wären, und leitete daraus eine Theorie zur Erklärung desselben her. Am 6ten Juni aber zeigte ihm doch eine von den Wolken eine positive Elektricität, nachdem vorher viele negativ elektrische Wolken vorüber gegangen waren, worauf er zwar seine Lehrmeynung berichtigte, aber doch noch nicht vollkommen im Stande zu seyn schien, eine andere völlig befriedigende Theorie aufzustellen. Bisweilen fand Franklin, daß die Wolken während eines einzigen Gewitters zu verschiedenen malen von einer positiven zu einer negativen Elektricität übergiengen; und einmal bemerkte er, daß die Luft während dem Schneyen sehr stark elektrisirt war.

Der Nutzen, welchen Franklin aus dieser Entdeckung zog, war dieser, daß er Gebäude gegen Beschädigungen vom Blitze in Sicherheit zu setzen suchte. Diese seine Absicht erreichte er dadurch, daß er eine spitzige metallene Stange, welche höher als irgend ein Theil des Gebäudes war, gehörig befestigte,

und

und mit dem Erdboden, oder noch besser mit dem Wasser in Verbindung brachte. Er war der Meynung, daß ein eiserner Drath, welcher einen Viertelzoll im Durchmesser hat, hinreichend wäre, weit mehr Materie abzuleiten, als jemals in einem einzigen Donnerschlage wirklich vorhanden ist. Auch fand er durch einen Versuch, daß, wenn ein Drath durch die Explosion zerschlagen ward, derselbe dennoch den einen gegenwärtigen Schlag abwendete, und nur erst bey einem andern unvermögend ward, eben diese Wirkung zu thun.

Auch zeigte Franklin noch eine Art, wie die auf Gebäuden aufgerichteten spitzigen Stangen oftmals das Einschlagen des Blitzes abwenden könnten. Ein Auge, sagt er, das eine solche Lage hat, daß es den untersten und wagrechten Theil einer Wolke sehen und beobachten kann, wird solchen oft sehr ungleich sehen. Eine Menge abgesonderter Stücke, oder kleiner unter einander hangender Wolken, scheinen sie auszumachen, und einige von den niedrigsten Wolken sind zuweilen nicht sehr weit von der Erde entfernt. Diese verschiedene, den Stufen einer Treppe ähnliche Theile führen den Donnerschlag aus der Wolke zu dem Gebäude. Um dieses durch eine Erfahrung begreiflich zu machen, sagt er: man nehme zwey oder drey Flöckchen lockere und feine Baumwolle, binde eins davon mit einem dünnen 2 Zoll langen Faden, den man aus eben der Baumwolle mit seinen Fingern spinnen kann, an den ersten Elektricitätsleiter, und eben auf diese Art an das erste Flöckchen das zweyte, an das zweyte das dritte u. s. w. an. Hierauf drehe man die Kugel herum, so wird man sehen, wie die verschiedenen Flöckchen sich gegen die Tafel,

sel, die sie anzieht, auf eben dieselbe Art senken, wie die kleinsten und untersten Wolken nach der Erde ziehen. Hält man alsdann einen spitzigen Drath unter das unterste Flöckchen, so wird es sich gegen das zweyte in die Höhe ziehen; das zweyte wird sich dem dritten nähern, und sie alle mit einander werden ganz nahe bey dem Elektricitätsleiter zusammen kommen, und daselbst so lange bleiben, als die Spitze unter ihnen ist. Ist es nun aber, setzt er hinzu, mit unsern Wolken nicht eben so beschaffen? Werden also die kleinsten von denselben, deren Gleichgewicht mit der Erde durch die spitzige Stange leicht wieder hergestellt wird, sich nicht gegen den dickern Theil der Wolke in die Höhe ziehen, und wird der leere Raum, den sie lassen werden, nicht beträchtlich genug seyn können, daß die große Wolke an diesem Orte keinen Donnerschlag thun kann?

Wilke, in seinen Anmerkungen über Franklin's Briefe, sagt, daß er am 20. Aug. 1758 diesen Satz als wahr befunden habe, als er eine große gleichsam mit Franzen besetzte Wolke, stark elektrisirt, über einen Wald von hohen Tannenbäumen habe hinweg ziehen sehen. Die unebenen und herabhangenden Theile der großen Wolke wurden zuerst niedergezogen, stiegen alsdann plötzlich höher, und vereinigten sich mit der großen Wolke.

Auch war er ein Augenzeuge von zwey Wolken, welche über einander lagen, sich einander näherten, und in einander blitzten. Der Blitz breitete sich über alle Theile der schwärzern Wolke aus, welche negativ war, und sich alsobald in Regen aufzulösen anfieng.

Noch

Noch vor den Versuchen Franklin's in Nordamerika, den Blitz aus der Luft auf die Erde herabzuleiten, wurden in dem Jahre 1752 in Frankreich dergleichen Versuche, ohne daß Franklin hievon etwas wußte, mit dem erwünschten Erfolge angestellt. Dalibard und Delor waren die Personen, welche sich zuerst mit diesem Gegenstande beschäftigten, und eifrige Anhänger von Franklin waren. Jener richtete seinen Apparat zu Marly-la-ville, 5 bis 6 französische Meilen von Paris, und dieser in seinem eigenen Hause, in einer der höchsten Gegenden von Paris, zu. Dalibard's Einrichtung bestand in einer 40 Fuß langen eisernen Stange, deren Fuß vor dem Regen gesichert, und welche mit seidenen Schnüren an Pfählen, die nicht beregnet werden konnten, befestigt war. Durch diesen Apparat wurde die Elektricität zuerst vom Himmel herabgebracht. Dalibard war gerade damals nicht gegenwärtig; er hatte aber in seiner Abwesenheit die Sorge für seine Geräthschaft einem gemeinen Tischler, Namens Coissier, aufgetragen. Diesem Manne hatte er allen nöthigen Unterricht ertheilt, sowohl wie er seine Beobachtungen anstellen, als auch sich für allen Schaden, den er etwa dabey haben könnte, in Acht nehmen sollte; vornämlich war ihm ausdrücklich anbefohlen, einige seiner Nachbarn herbeyzurufen, und insbesondere nach dem Pfarrer zu Marly zu schicken, sobald man wahrnehme, daß ein Gewitter aufsteige. Am 10. May 1752 Nachmittags endlich hörte Coissier einen ziemlich lauten Donnerschlag. Er eilte sogleich zu dem Apparat, nahm eine mit einem messingenen Drathe versehene Phiole, hielt das eine Ende des Draths an die Stange, und sah nicht allein ein helles Fünkchen aus derselben herausfahren, sondern hörte

te auch das Schnappen, welches dasselbe verursachte. Als er einen zweyten Funken, welcher stärker als der erstere und mit einem weit lautern Knistern begleitet war, herausgelockt hatte, rief er seine Nachbarn, und schickte nach dem Pfarrer. Als dieser herbey kam, und sahe, daß es keine Gefahr hatte, nahm er den Drath in seine eigene Hand, und lockte verschiedene starke Funken heraus, welche ganz offenbar von elektrischer Beschaffenheit waren. Die Donnerwolke gieng nicht weiter als eine Viertelstunde über dem höchsten Punkte des Apparats hinweg, und es ward dabey, außer jenem einzelnen Schlag, weiter kein Donner gehört. Sobald der Sturm vorüber war, und aus der Stange keine Funken mehr herauszubringen waren, schrieb der Pfarrer an Dalibard diese ganze Begebenheit. Er meldete ihm, daß er blaue Funken $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, welche stark nach Schwefel gerochen, aus der Stange hervorgelockt habe. Er wiederholte den Versuch wenigstens sechsmal innerhalb ohngefähr 4 Minuten in Gegenwart vieler Personen. Bey Fortsetzung dieser Versuche bekam er einen Schlag an seinen Arm, etwas über dem Ellenbogen; jedoch konnte er eigentlich nicht sagen, ob derselbe von dem in der Phiole steckenden messingenen Drathe, oder aber von der eisernen Stange herkam. Er gab damals auf den Schlag, als er ihn bekam, nicht acht; als aber der Schmerz fortdauerte, entblößte er, als er nach Hause gekommen war, seinen Arm in Gegenwart des Coiffier, da denn eine Schwiele rings um seinen Arm herum wahrgenommen ward, als wenn er mit dem Drathe einen Schlag auf seine nackte Haut bekommen hätte; und nachher versicherten diejenigen Personen, welche von demjenigen, was vorgegangen wahr, nichts

wuß-

wußten, einen Schwefelgeruch empfunden zu haben, wenn sie sich ihnen genähert hätten.

Coiffier erzählte Hrn. Dalibard, daß er ungefähr eine Viertelstunde vor der Ankunft des Pfarrers, in Gegenwart von 5 oder 6 Personen, weit stärkere Funken herausgelockt habe, als diejenigen waren, deren der Pfarrer Erwähnung gethan.

Der Apparat des Hrn. Delor bestand aus einer eisernen Stange, 99 Fuß hoch, woran er 8 Tage nach jenem Versuche ebenfalls elektrische Funken beobachtete, obgleich nur eine einzige Wolke über selbige hinweg zog und es dabey weder blitzte noch donnerte. Diese Versuche wurden von Delor auf Verlangen des Königs wiederholt, welcher sie mit dem größten Vergnügen ansah. Durch diesen Beyfall des Königs wurden der Graf von Buffon, Dalibard und Delor aufgemuntert, die Richtigkeit von Franklin's Lehrmeynung noch mehr zu bestätigen, und seine Gedanken über diese Materie zu verfolgen.

Da die Quantität von Elektricität, welche sie mit dieser Geräthschaft aus den Wolken herableiten konnten, bey diesen ersten Versuchen nur gering war, so brachten sie noch ein sogenanntes Magazin von Elektricität an, welches aus verschiedenen frey stehenden isolirten und mit der spitzigen eisernen Stange communicirenden eisernen Ruthen bestand. Dieses Magazin enthielt weit mehr elektrische Materie, und gab bey Annäherung des Fingers einen merklichern Funken, als die spitzige Stange.

Ein Magazin dieser Art hatte Mazeas in einem obern Zimmer seines Hauses angelegt, woselbst er den Blitz hinein leitete, und zwar vermittelst einer

aus

aus seinem Feuer hervorragenden hölzernen Stange, an deren äußersten Ende sich eine mit Harz angefüllte Glasröhre befand, worin eine 12 Fuß lange spitzige eiserne Ruthe gesteckt war. Bey alle dem aber waren die von ihnen dabey gebrauchten elektrischen Körper, worauf die eisernen Ruthen ruheten, der freyen Luft allzusehr ausgesetzt, und mithin auch dem Naßwerden unterworfen, welches ihre Versuche ohne Zweifel vernichten mußte.

Die genauesten Versuche, welche mit diesen unvollkommenen Werkzeugen gemacht wurden, waren von le Monnier. Er war überzeugt, daß die hohe Stellung, in welche man die eiserne Stange gemeiniglich gebracht hatte, zu dieser Absicht nicht unumgänglich nothwendig war; denn er bemerkte, daß ein gemeines Sprachrohr, welches etwa 5 bis 6 Fuß vom Erdboden an Seide aufgehängt war, augenscheinliche Zeichen der Elektricität äußerte. Auch fand er, daß eine Person, welche auf Harzkuchen stand, und eine ungefähr 18 Fuß lange hölzerne Stange, um welche ein eiserner Drath gewunden war, in der Hand hielt, beym Gewitter so vollkommen elektrisirt ward, daß man aus ihr sehr lebhafte Funken ziehen konnte, und daß eine andere Person, welche mitten in einem Garten auf unelektrischen Körpern stand, und bloß die eine Hand in die Höhe streckte, mit der andern Hand Späne von Holz, welche ihr nahe gehalten wurden, anzog.

Er versichert alsdann, wenn es zu regnen angefangen, eine stetige Verminderung der Elektricität wahrgenommen zu haben, ob es gleich noch sehr laut donnerte, und wenn gleich der Harzkuchen, worauf

worauf sein Leiter ruhete, nicht naß war. Er fand aber nachher, daß dieses nicht durchgängig zutraf.

Einmal beobachtete er, daß, als sich Regentropfen um den leitenden Drath herum angesetzt hatten, bloß einige derselben elektrisch wurden, wie aus der kegelförmigen Figur, welche sie bekamen, erhellte, da unterdessen die übrigen eben so rund wie vorher blieben. Auch ward bemerkt, daß die elektrisirten und unelektrisirten Tropfen gemeiniglich abwechselnd auf einander folgten; bey welcher Gelegenheit sich le Monnier einer sonderbaren Erscheinung wieder erinnerte, welche sich vor einigen Jahren unweit Frankfurt an der Oder mit fünf Bauern, welche während einem Gewitter durch ein Kornfeld giengen, ereignet hatte, da der Bliz den ersten, dritten und fünften von ihnen tödtete, ohne den zweyten und vierten zu beschädigen.

In eben dem Jahre 1752 wurden in England von den Herren Canton, Wilson und Bevis dergleichen Versuche mit sehr gutem Erfolge angestellt. Canton gebrauchte dabey die Vorsicht, an das untere Ende des ableitenden Draths einen zinnernen Deckel zu befestigen, um von der Glasröhre, worin derselbe steckte, den Regen abzuhalten. Auf diese Art erhielt er elektrische Funken in einer Entfernung von einem halben Zoll; jedoch war diese Erscheinung innerhalb zwey Minuten vorüber.

Wilson nahm am 12. August verschiedene elektrische Funken wahr, und zwar bey einer Geräthschaft, welche bloß aus einer eisernen Gardinenstange bestand, wovon er das eine Ende in den Hals einer gläsernen Flasche, welche er in seiner Hand hielt, steckte,

und das andere in die Luft hinauf in die Höhe richtete.

Um dieselbe Zeit beobachtete Bevis gleichfalls am 12. Aug. beynahe einerley Erscheinungen, als Canton vorher bemerkt hatte.

Als Canton nachher seine Wahrnehmungen über den Blitz wiederholte, fand er nach sehr vielen Versuchen, daß sich einige Wolken in einem positiven und andere in einem negativen elektrischen Zustande befanden, und daß deßwegen die Elektricität seines Ableiters in weniger als einer halben Stunde bisweilen 5 bis 6 mal aus dem einen Zustand in den andern übergieng.

Diese Beobachtung von den entgegengesetzten Elektricitäten der Gewitterwolken hatte Canton angestellt, und die Nachricht davon in England bekannt gemacht, noch ehe man erfahren hatte, daß Franklin eben dieselbe Entdeckung in Amerika gemacht hatte.

Bey trockener Luft bemerkte Canton, daß die Geräthschaft noch 10 Minuten bis 1 Viertelstunde nachher, nachdem die Wolken über den Scheitelpunkt hinweggegangen waren, und bisweilen sogar, wenn sie sich bereits über die Hälfte bis zum Horizonte hin gezogen hatten, beständig elektrisch blieb; daß Regen, vornämlich mit großen Tropfen, gemeiniglich das elektrische Feuer herabbrächte; und er glaubte, daß dieses beym Hagel zur Sommerszeit allezeit der Fall wäre. Letztere Beobachtung hatte er vorher, ehe er diese Abhandlung aufsetzte, gemacht, da seine Geräthschaft beym Falle eines gleich wieder schmelzenden Schnees elektrisch geworden war. Dieß geschah am 12. Nov. 1753, welches, wie er meldet, der 26ste

Tag

Tag und das 61ste mal war, daß dieselbe elektrisch ward, seitdem sie zuerst errichtet worden war, nämlich um die Mitte des vorigen Maymonats.

Den ganzen Sommer über waren in London nur zwey Gewitter gewesen, und durch das eine war seine Geräthschaft dermaßen stark elektrisirt worden, daß das Läuten der Glocken, welche er an seiner Geräthschaft aufgehangen hatte, durch den fast beständigen Strom des dichten elektrischen Feuers zwischen jeder Glocke und der messingenen Kugel erstickt ward.

Bey einer andern Gelegenheit bemerkte er, daß in den folgenden Monaten Januar, Februar und März, seine Geräthschaft nicht weniger als 25 mal, und zwar sowohl positiv als negativ, beym Schnee sowohl als bey Hagel und Regen elektrisch geworden war; und fast in einem eben so hohen Grade, wenn das Fahrenh. Thermometer zwischen 28 und 34 stand, als er es jemals im Sommer, bey einem Gewitter ausgenommen, befunden hatte.

Beym Schlusse seiner Abhandlung wirft Canton folgende zwey Fragen auf: 1. theilt plötzlich verdünnte Luft nicht etwa den hindurch ziehenden Wolken und Dünsten elektrisches Feuer mit, und nimmt plötzlich verdichtete Luft nicht etwa dergleichen von ihnen an? 2. Ist nicht vielleicht der Nordschein die Strahlen oder der plötzliche Schein des elektrischen Feuers von positiven nach weit entfernten negativen Wolken hin, durch den obern Theil der Atmosphäre hindurch, wo der wenigste Widerstand ist? [n])

Canton beobachtete nicht nur den verschiedenen Zustand positiver und negativer Elektricität in den Ge-

n) Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. I. p. 358.

Gewitterwolken, sondern merkte auch das Verhältniß an, in welchem der eine gegen den andern eine ziemliche Zeitlang stand. In der erstern Zeit hatte er bemerkt, daß die Wolken 83 mal positiv und 101 mal negativ elektrisch gewesen waren. Während dieser Zeit hatte er genau angemerkt, wie oft sich die Kräfte verändert hatten, und wie lange die Geräthschaft elektrisch geblieben war; allein er hatte ganz außer Acht gelassen, aufzuschreiben, wie lange jede Kraft währte. Auf diesen letzten Umstand aber gab er nachher, ungefähr zwey Monate lang, nämlich vom 28. Jun. bis zum 23. Aug. 1754 sorgfältig Acht, und fand, daß die Geräthschaft 31 mal positiv elektrisch geworden war, welches zusammen 3 Stunden 35 Minuten dauerte; und 45 mal negativ, deren ganze Dauer 10 Secunden 39 Minuten ausmachte. Auch bemerkte er, daß die positive Kraft gemeiniglich die stärkste war. Diese Nachricht schrieb er am 31. Aug. 1754.

Eine von den bekannten Wirkungen des Blitzes und der Elektricität ist das Schmelzen der Metalle. Anfänglich glaubte man, daß dieses ein kaltes Schmelzen wäre; diese Meynung ward aber ganz deutlich von D. Knight in einer am 22. Nov. 1759 der königl. Societät vorgelesenen Abhandlung widerlegt. Er bemerkt, daß man vom kalten Schmelzen gemeiniglich zwey Beyspiele anführe; nämlich das Beyspiel von einem in seiner Scheide geschmolzenen Degen, und das von dem im Beutel geschmolzenen Gelde, wobey die Scheide sowohl als der Beutel unversehrt geblieben waren.

Man findet, sagt er, von diesen beyden Begebenheiten bey sehr vielen Schriftstellern Nachricht, ohne daß sie dieselben mit ihrem eigenen Zeugnisse bekräf-

bekräftigt, noch daß sie für die Wahrheit derselben Bürgschaft geleistet, oder einige andere begleitende Umstände beschrieben hätten. Er hielt es für sehr möglich, daß der Blitz solche Wirkungen hervorbringen könne, ohne daß man nöthig habe, deßhalb zu einem kalten Schmelzen seine Zuflucht zu nehmen. Er bemerkt, daß sowohl Metalle, als andere Körper, verhältnißmäßig geschwinder heiß und wieder kalt werden, je dünner dieselben sind. Ganz dünner Drath werde in der Flamme eines gemeinen Lichts glühend, schmelze sogar, und zerfließe zu einem runden Kügelchen, ungeachtet derselbe, sobald man ihn aus der Flamme herausnehme, sogleich wieder kalt werde. Er schließt demnach hieraus, daß die Scheide eines Degens, oder auch dessen Oberfläche, durch den Blitz augenblicklich schmelzen könne, und wenn er an den übrigen Theil der Klinge, welcher kalt seyn könne, streife, so lasse er seine Hitze zu geschwind fahren, als daß er das geringste Brandmal hervorzubringen im Stande sey.

In dieser seiner Meynung ward er durch Untersuchung einiger Theilchen eines durch den Blitz geschmolzenen Drathes, welche ihm Mountaine zugeschickt hatte, bestärkt. Unter denselben befanden sich Kügelchen von mancherley Größe, welche sehr verschiedene Grade des Schmelzens ausgestanden hatten. Die größten darunter waren nicht flüssig genug gewesen, um eine runde Form annehmen zu können; allein sie kamen derselben um so viel näher, je kleiner sie waren, so daß die kleinsten Körnchen am vollkommensten geschmolzen waren, indem die Kügelchen ganz rund und glatt aussahen. In Ansehung der Größe fand man sie immer kleiner, bis man sie

endlich mit bloßen Augen nicht mehr erkennen konnte; und einige derselben, wenn man sie unter ein Mikroskop brachte, erforderten eine dritte oder vierte Vergrößerungslinse, wenn man sie deutlich sehen wollte.

Einige der Stückchen Drath waren rauh und schülfrig, wie verbranntes Eisen, und an den Stellen, wo sie zu schmelzen angefangen hatten, aufgeschwollen. Andere waren gleich und von einerley Dicke geblieben; ihre auswendige Oberfläche schien ein vollkommenes Schmelzen ausgehalten zu haben, so daß daselbst zwey oder mehrere Stücke fest an einander saßen, als wenn sie sauber an einander gelöthet wären.

Es finden sich, sagt Knight, in den philosoph. Transactionen zwey oder drey Berichte, welche, dem ersten Anscheine nach, für ein kaltes Schmelzen zu seyn scheinen; wenn man sie aber gehörig erwägt, nichts Gewisses erweisen [o]).

Daß aber wirklich dergleichen kaltes Schmelzen weder bey der Elektricität noch bey dem Blitze vorgehe, ward am deutlichsten vom Herrn Kinnersley, in einem aus Philadelphia unterm 12. März 1761 an Franklin abgesendeten Schreiben, erweislich gemacht.

Er hieng ein ungefähr 24 Zoll langes Stück dünnen messingenen Drath, mit einem Pfundgewichte am untern Ende, auf, ließ die Ladung eines Flaschenfutters, welches über 30 Fuß belegtes Glas enthielt, hindurch fahren, und entdeckte, wie er es nennt, eine neue Methode des Drathziehens. Der Drath ward glühend, die ganze Länge wohl gebrannt, und über einen Zoll länger, als zuvor. Eine zweyte Ladung brach-

o) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 294.

brachte ihn dermaßen zum Schmelzen, daß er nahe an der Mitte aus einander gieng und, wenn die Enden wieder an einander gelegt wurden, 4 Zoll länger als zuvor befunden ward.

Diesen Versuch hatte ihm Franklin vorgeschlagen, um dadurch zu erforschen, ob die Elektricität beym Hindurchfahren durch den Drath den Zusammenhang der Theile desselben dermaßen verminderte, daß das angehängte Gewicht denselben von einander reißen könnte; keiner von beyden hatte aber die geringste Vermuthung, daß irgend eine Hitze hervorgebracht würde.

Um gewiß überzeugt zu seyn, daß der Drath nicht nur heiß, sondern auch glühend wäre, wiederholte er den Versuch an einem andern Stücke eben dergleichen Drathes, welches von einem Gänsekiel, den er mit lockern Schießpulverkörnern angefüllt hatte, umgeben war, die sogleich, als sie mit einem glühenden eisernen Stabe berührt wurden, Feuer fiengen. Auch Zunder, welcher an ein anderes Stück Drath gebunden war, setzte er dadurch in Brand. Stellte er hingegen den Versuch mit einem Drathe, welcher zweymal so dick war, an, so war er dergleichen Wirkungen hervorzubringen nicht vermögend.

Man ersieht hieraus, sagt er, daß das elektrische Feuer, ungeachtet selbiges, wenn es in einem Zustande der Ruhe ist, keine merkliche Hitze an sich hat, durch seine heftige Bewegung und den Widerstand, welchen es antrifft, in andern Körpern, wenn es durch sie hindurchfährt, wofern sie nur klein genug sind, Hitze hervorbringe. Durch einen starken Drath kann eine grosse Quantität hindurch gehen, ohne einige

nige merkliche Hitze hervorzubringen; geht hingegen dieselbe Quantität durch einen sehr dünnen hindurch, wo der Durchgang enge ist, so machen die Theilchen, indem sie sich dichter an einander drängen und einen größern Widerstand antreffen, denselben glühend, und bringen ihn sogar zum Schmelzen.

Hieraus zieht er nun den Schluß, daß der Bliz die Metalle keinesweges, wie er und Franklin vorher angenommen hatten, kalt schmelze, sondern daß derselbe, wenn er durch eine Degenklinge hindurch gieng, wofern die Quantität nicht sehr groß war, die Spitze dermaßen erhitzen konnte, daß sie schmolz, unterdessen der breiteste und dickste Theil nicht merklich wärmer ward, als zuvor.

Wenn Bäume und Häuser durch die ungeheure Menge elektrischer Materie, welche aus einer Wolke, oder bisweilen aus der Erde herausfährt, in Brand gesetzt werden, muß nicht, frägt er, die Hitze, wodurch das Holz zuerst angezündet worden, durch des Blitzes heftige Bewegung durch die widerstehende brennbare Materie hindurch erzeugt worden seyn?

Wenn der Bliz durch seine schnelle Bewegung bey sich selbst sowohl, als auch bey andern Körpern, Hitze hervorbringt; so läßt es sich, sagt Kinnersley, leicht erklären, wenn er bisweilen die Haare der durch ihn getödteten Thiere versenge; geschieht solches aber nicht allemal, so liegt der Grund darin, daß die Quantität, ob sie gleich ein großes Thier zu tödten hinreichend ist, doch nicht groß genug ist, oder nicht genug Widerstand angetroffen hat, um durch ihre Bewegung glühend heiß werden zu können.

Man bemerkt, fährt er fort, daß Wohnhäuser, wo der Bliz eingeschlagen hat, selten dadurch in Brand

gesetzt

gesetzt werden; daß hingegen, wenn er durch Scheuren, worin sich Heu oder Stroh befindet, oder durch Magazine, welche eine Menge Hanf oder andere ähnliche Materien enthalten, fährt, dergleichen Gebäude nie, oder doch nur selten von dem Brande verschont bleiben. Dieß rührt seiner Meynung nach von solchen entzündbaren Materien her, welche bey einem geringern Grade von Hitze, als zur Entzündung des Holzes erfordert wird, sich zu entzünden geschickt sind [p]).

Da diese Entdeckung über die Gleichheit der Materie des Blitzes mit der elektrischen viel Aufsehen machte, so bemühte man sich, auch in andern Ländern Versuche dieser Art anzustellen. Vorzüglich zeichnen sich die vielen und mancherley Versuche des Hrn. Beccaria [q]) zu Turin aus. Dieser bediente sich sowohl papierner Drachen, als auch spitziger Stangen, und zwar auf eine sehr mannichfaltige Art, zu gleicher Zeit, und an verschiedenen Orten. In einigen Stricken seiner papiernen Drachen befanden sich inwendig Drathe, in andern hingegen keine. Einige flogen ungemein hoch, andere nur niedrig. Er hatte sehr viel Gehülfen um sich, welche, seinen verlangten Absichten gemäß, die Beschaffenheit, die Zeit und den Grad der Stärke der Erscheinungen aufzeichnen mußten.

Um seine papiernen Drachen beständig freyschwebend und mehr oder weniger straff zu erhalten, so wie auch zu verschiedenen andern Absichten, hatte er die Stricke auf einen Haspel gewunden, welcher auf glä-

p) Philos. Trans. Vol. LIII. p. 92.

q) Lettere dell' elettricismo. p. 112.

gläsernen Pfeilern ruhte; und sein Leiter hatte eine Verbindung mit der Axe des Haspels.

Um den positiven und negativen Zustand der Wolken, wenn die Elektricität stark war, mit mehrerer Gewißheit, und zugleich mit mehrerer Sicherheit zu unterscheiden, als es geschehen konnte, wenn er eine durch Reiben elektrisch gemachte Stange Glas oder Siegellack an die von seinem Leiter aus einander fahrenden Fäden hielt, steckte er einen zugespitzten Drath, und gegen über ein plattes Stück Bley, in ein cylindrisches gläsernes Gefäß, welches in Pappe eingewickelt war, so daß das Inwendige keine Verbindungen mit dem auswendigen Lichte haben konnte. In diesen Ueberzug, und der Spitze des Draths gegen über, steckte er eine sehr lange Röhre von Pappe, durch welche er in einer ziemlich langen Entfernung hindurchschauen, und die Gestalt des elektrischen Lichts an dem Ende des Draths wahrnehmen konnte, welches die sicherste Anzeige von dessen Beschaffenheit war.

Aus des Hrn. Beccaria sehr genauen und umständlichen Erzählung der äußern Erscheinungen der Gewitterwolken, welche er seinen Beobachtungen über deren wahrscheinliche Ursachen voranschickt, sind die merkwürdigsten Umstände bey dem gewöhnlichen Vorgange eines Gewitters folgende.

Die erste Erscheinung bey einem Gewitter ist eine dicke Wolke, oder auch mehrere, welche sehr geschwind an Größe zunimmt, und in die höhern Gegenden der Luft sich hinauf zieht. Die untere Fläche ist schwarz, und beynahe eben; die obere hingegen völlig gewölbt und wohl beschränkt. Oft sieht man ver-

verschiedene solcher Wolken über einander gethürmt, und alle auf einerley Art gewölbt; sie halten aber beständig an einander, und bleiben geschwollen mit ausgespannten Bogen.

Zur Zeit des Aufsteigens dieser Wolke ist die Atmosphäre gemeiniglich mit sehr vielen abgesonderten Wolken, ohne Bewegung und von sonderbaren und seltsamen Gestalten, bezogen. Alle diese ziehen sich bey Erscheinung der Gewitterwolke nach derselben hin, und werden, je näher sie ihr kommen, in ihren Gestalten gleichförmiger, bis sie endlich, wenn sie der Gewitterwolke ganz nahe gekommen sind, ihre Theile wechselseitig gegen einander strecken, worauf sie sich mit einander vereinigen, und zusammen eine gleichförmige Masse ausmachen. Letztere nennt er fremde Wolken, weil sie zur Vergrößerung der Gewitterwolke mit hinzu kommen. Bisweilen aber schwillt die Donnerwolke an, und nimmt sehr geschwind zu, ohne Vereinigung mit einer von den fremden Wolken, indem die Dünste in der Atmosphäre selbst, überall wo sie durchziehen, in Wolken zusammen treten. Einige der fremden Wolken sehen an den äußersten Rändern der Gewitterwolke, oder unter dem Körper derselben, wie weiße Franzen aus; sie werden aber, je näher sie kommen, um sich mit derselben zu vereinigen, immer dunkler und dunkler.

Wenn die Gewitterwolke zu einer beträchtlichen Größe angewachsen ist, so erscheint ihre untere Fläche öfters uneben, indem sich besondere Theile nach der Erde zu herabziehen, jedoch so, daß sie mit dem übrigen Theile noch zusammenhangen. Bisweilen schwillt die untere Fläche in mancherley ansehnliche Hervorragungen auf, welche gleichförmig nach der Erde zu gekehrt

kehrt sind. Mannichmal neigt sich eine ganze Seite der Wolke nach der Erde zu, und das äußerste Ende derselben berührt beynahe die Erde. Befindet sich das Auge unter der Gewitterwolke, nachdem dieselbe angewachsen und wohlgestaltet geworden ist, so bemerkt man, daß sie sich senkt und ungemein dunkel wird, und man sieht zugleich eine Menge kleiner fremder Wolken in einer schnellen Bewegung nach sehr ungewissen Richtungen unter jener sich herumtreiben. Unterdessen da diese Wolken in den schnellsten Bewegungen sich befinden, pflegt es insgemein sehr stark zu regnen, und ist die Bewegung über die Maaßen heftig, so pflegt es gemeiniglich zu hageln.

Während der Zeit, da die Gewitterwolke anschwillt und ihre Zweige über eine große Strecke der Gegend verbreitet, sieht man den Blitz von dem einen Theile derselben nach dem andern fahren, und öfters ihre ganze Masse erleuchten. Hat sich die Wolke hinlänglich ausgebreitet, so streicht der Blitz zwischen der Wolke und der Erde an zwey entgegengesetzten Orten, so daß der Strich durch den ganzen Körper der Wolke und deren Zweige hindurchgeht. Je länger dieses Blitzen anhält, desto dünner wird die Wolke, und desto mehr verliert sie ihre Dunkelheit, bis sie sich endlich an verschiedenen Orten bricht, und einen klaren Himmel sehen läßt. Hat sich auf solche Art die Gewitterwolke verloren, so breiten sich diejenigen Theile, welche die obern Gegenden der Atmosphäre einnehmen, gleichförmig aus einander und werden ganz dünn, die zunächst darunter befindlichen sind schwarz, aber ebenfalls dünn, und verschwinden endlich nach und nach, ohne durch einen Wind aus einander getrieben worden zu seyn.

Was

Was seinen Apparat im Hause betrifft, so ward dieser bey jeder Annäherung einer Gewitterwolke, oder einiger ihrer Zweige, allemal elektrisch, und der aus demselben herausfahrende Feuerstrom hielt gemeiniglich so lange an, als jene gerade über dem Apparat stand.

Daß Gewitterwolken bisweilen positiv und bisweilen negativ elektrisch sind, hatte Beccaria bereits vorher entdeckt, ehe er von demjenigen gehört hatte, was dießfalls von D. Franklin, oder sonst einem andern, beobachtet worden war. Eine und dieselbe Wolke machte, indem sie über seinen Apparat hinwegzog, denselben zuweilen positiv und zuweilen negativ elektrisch. Die Elektricität von einerley Art hielt länger an, wenn die Gewitterwolke einfach und gleichförmig in ihrer Richtung war; veränderte aber der Bliß seinen Ort, so ereignete sich gemeiniglich auch eine Veränderung in der Elektricität seines Apparats. Nach einem sehr starken Blißstrahle veränderte sich dieselbe plößlich; hingegen erfolgte die Veränderung allmählig, wenn der Bliß mäßig war, und die Gewitterwolke langsam fortzog.

Aus seinen Beobachtungen des Blißes außerhalb, und seines Apparats innerhalb des Hauses folgte, daß die Quantität der elektrischen Materie bey einem gemeinen Gewitter fast unbegreiflich groß sey; wenn man erwägt, wie viel von spißigen Körpern, z. B. von Bäumen, Thurmspißen u. d. gl. beständig herabgezogen wird, und welche große Menge zu wiederholten malen nach oder von der Erde entladen wird.

Nachdem er erwägt hatte, welche ungeheure Menge elektrischer Materie selbst bey den schwäch-

sten

sten Gewittern sich zeigt, hält er es für unmöglich, daß eine oder mehrere Wolken dieselbe jemals sämmtlich enthalten sollten, sondern daß sie dieselbe entweder entladen, oder annehmen; da überdem während dem Fortgange und der Zunahme des Gewitters, ungeachtet der Blitz zum öftern nach der Erde fährt, eben dieselben Wolken in dem nächsten Augenblicke eine noch stärkere Entladung zu verursachen bereit waren, und sein Apparat noch immer eben so stark, wie jemals, elektrisch ward, so glaubte er, daß die Wolken an einem Orte, wo eine Entladung aus denselben in eine andere geschah, in demselben Augenblicke neue elektrische Materie angenommen haben. In verschiedenen Fällen veränderte sich die Elektricität seines Apparats, und mithin auch der Wolken, aus der einen Art in die andere zu verschiedenen malen; eine Wirkung, welche sich unmöglich durch irgend eine einfache Entladung oder Wiederersetzung erklären läßt. Beydes muß nothwendig in einer sehr geschwinden Folge auf einander statt gefunden haben.

Der weite Umfang der Wolken hebt diese Schwierigkeit im geringsten nicht; denn es möge derselbe so groß seyn, wie er will, so muß doch die Quantität bey jeder Entladung nothwendig vermindert werden, und überdieß stehen die Spitzen, wodurch die stillen oder unmerklichen Entladungen geschehen, mit dem Umfange der Wolken im Verhältnisse. Eben so wenig wird die Schwierigkeit dadurch gehoben, wenn man annimmt, daß frische Wolken den Abgang durch Herbeyführung neuen Vorrathes wieder ersetzen; denn außerdem, daß die Wolken zum Hauptgewitter nicht eher reif sind, bis sämmtliche Wolken weit und breit umher sich wirklich mit einander vereinigt haben

ben und eine gleichförmige Masse ausmachen, so steht dieser neue Vorrath gegen die Entladung in gar keinem Verhältnisse, und es mag derselbe auch noch so groß seyn, so wird er doch gar bald erschöpft.

Daher kann es wohl nicht anders zugehen, als daß die elektrische Materie beständig aus einem gewissen Orte der Wolken fährt, und zugleich an einem andern Orte aus der Erde entladen wird. Aus allen diesem folgt, daß die Wolken nothwendig zu Leitern dienen müssen, das elektrische Fluidum von denjenigen Orten der Erde, welche damit überladen sind, nach den davon erschöpften zu leiten.

Um die Richtigkeit dieses Satzes auf die vollständigste Art darzuthun, schlägt er vor, zwey Beobachtungsorte, ohngefähr 2 französische Meilen von einander, in dem Striche, den die Gewitterwolken gemeiniglich nehmen, zu wählen, und zu untersuchen, ob die Apparate nicht öfters an dem einen Orte positiv elektrisch seyen, wenn sie an dem andern Orte negativ sind.

Daß bisweilen eine große Menge elektrischer Materie aus gewissen Orten der Erde hervordringe, und durch die Luft hindurch in die höhern Gegenden der Atmosphäre hinaufsteige, erhellt seiner Meynung nach aus den großen Quantitäten Sand, Asche, und andern leichten Substanzen, welche öfters in die Luft hinauf geführt und über einen großen Strich Landes gleichförmig zerstreut worden sind. Es kann von dieser Erscheinung keine andere bekannte wirkende Ursache angegeben werden, als der Wind; man hat aber dergleichen auch alsdann, wenn gar kein Wind geweht hatte, beobachtet, und die leichten Körper

sind

sind sogar gegen den Wind geführt worden. Er nimmt daher an, daß dergleichen leichte Körper durch eine starke Quantität elektrischer Materie in die Höhe geführt werden, welche aus der Erde an den damit überladenen Orten hinausfährt, und jede Substanz, welche ihr auf ihrem Wege zum Leiter dienen kann, anzieht und mit sich nimmt. Alle diese Körper, welche eine gleiche Quantität elektrischer Flüssigkeit besitzen, werden auf eine gleichförmige Art in der Luft zerstreut, und folglich auch über denjenigen Theil der Erde, woselbst es an dieser Flüssigkeit mangelt, und wohin sie leiten. Wären diese Körper durch den Wind in die Höhe geführt worden, so würden sie unordentlich durch einander und in Haufen zerstreut worden seyn.

Diese ziemlich seltene Erscheinung stellt seiner Meynung nach sowohl ein vollkommenes Bild, als auch einen vollständigen Beweis der Art und Weise dar, wie die Dünste der Atmosphäre in die Höhe steigen und Gewitterwolken ausmachen. Dieselbe elektrische Materie zieht überall, wo sie sich hinbegiebt, die in der Atmosphäre zerstreueten wässerichten Theile an sich, und bringt sie in die höhern Luftgegenden hinauf. Die elektrische Materie steigt in die höhern Gegenden der Atmosphäre, wozu sie noch dadurch angelockt wird, daß sie daselbst weniger Widerstand, als in der gemeinen Erdmasse antrifft; sie ist zu solchen Zeiten gemeiniglich überaus trocken, und mithin höchst elektrisch. Die Gleichförmigkeit, mit welcher sich die Gewitterwolken ausbreiten, und in Bogen aufschwellen, muß theils daher rühren, daß eine gewisse Ursache auf sie wirkt, welche, gleich der elektrischen Materie, überall, wo sie wirkt, sich

gleich-

gleichförmig vertheilt; theils von dem Widerstande, welchen sie beym Heraufsteigen durch die Luft antreffen. Zum Beweise desselben verbreitet sich der von einer elektrisirten Dampfkugel aufsteigende Dampf mit eben solcher Gleichförmigkeit und in eben dergleichen Bogen, und streckt sich nach jeder leitenden Substanz aus.

Eben die Ursache, welche zuerst eine Wolke aus den in der Atmosphäre zerstreueten Dünsten in die Höhe hob, zieht auch diejenigen, welche bereits erzeugt sind, herbey, und bringt immer neue hervor, bis die ganze gesammlete Masse sich so weit ausbreitet, daß sie einen Theil der Erde, wo es an der elektrischen Flüssigkeit mangelt, erreicht. Auch da werden diese mit Elektricität angefüllte Wolken angezogen, und die elektrische Materie entladet sich daselbst auf die Erde. Da sich auf solche Art eine Verbindung findet, so steigt ein neuer Vorrath elektrischer Materie von dem überladenen Theile in die Höhe, und wird beständig durch das Mittel der Wolken geleitet, so lange bis das Gleichgewicht der Flüssigkeit zwischen den beyden Orten der Erde wieder hergestellt ist. Wenn die Wolken bey ihrem Durchgange durch diejenigen Theile der Erde, wo sich ein Mangel der Flüssigkeit findet, angezogen werden, so kommen jene abgesonderte Stücke, imgleichen jene davon abhangende gleichförmige Hervorragungen zum Vorschein, welche in einigen Fällen die Ursache der sogenannten Tromben und Sturmwinde sind.

Daß die elektrische Materie, welche die Gewitterwolken darstellt und belebt, aus Orten weit unter der Oberfläche der Erde hervordringe und sich hineinbegebe, werde durch die tiefen Löcher, welche durch den

Blitz an verschiedenen Orten hervorgebracht worden sind, wahrscheinlich. Auch habe man Blitze aus unterirdischen Höhlen und Brunnen herausfahren gesehen. Manche Gewitter waren mit großen Ueberschwemmungen begleitet, welche nicht durch Regen verursacht worden waren, sondern durch Ergießungen des Wassers aus dem Innersten der Erde, woraus es durch eine gewisse innere Erschütterung hervorgetrieben worden seyn muß. Auch hat man bemerkt, daß tiefe Brunnen bey Gewittern geschwinder angefüllt, und andere bey Annäherung eines Gewitters beständig trübe geworden sind.

Diese wirkliche Entstehung sowohl, als der ganze Vorgang der Gewitterwolken, ist auf eine gewisse Art sichtbar gewesen. Man hat öfters Ausdünstungen aus besondern Höhlen mit einem Getöse herausfahren und in die höhern Luftgegenden hinaufsteigen gesehen, mit allen oberwähnten Erscheinungen der Gewitter. Diese Umstände beschrieben Personen, welche lange vorher gelebt haben, ehe man auf die Vermuthung einer Aehnlichkeit zwischen der Elektricität und dem Blitze gefallen war.

Die größte Schwierigkeit bey dieser Theorie des Ursprungs der Gewitter betrifft die Ansammlung und Isolirung der elektrischen Materie in dem Erdkörper. In Ansehung jener weiß Beccaria nichts Besonderes zu sagen. Gewisse Operationen in der Natur sind unstreitig mit einem Verluste des Gleichgewichts der elektrischen Flüssigkeit begleitet; es hat aber bisher noch niemand eine wahrscheinlichere Ursache von dem Ueberflusse der elektrischen Materie, dergleichen sich wirklich zum öftern in den Wolken findet, angegeben, als welche wir für möglich annehmen: daß

sie

sie in dem Innersten der Erde statt finde. Und wenn man den Verlust des Gleichgewichts als möglich annimmt, so kann eben dieselbe Ursache, welche die Wirkung hervorbringt, auch die Wiederherstellung derselben verhindern, so daß, da sie nicht vermögend ist, mit Gewalt einen, wenigstens hinlänglich leichten, Weg durch den Erdkörper hindurch zu nehmen, sie sich in die höhern Luftgegenden, als wo sie den bequemsten Ausgang findet, hinauf begiebt. Aus seinem elektrischen Apparate, ungeachtet derselbe mit der Erde verbunden war, konnte er bey starken Gewittern oft ganz augenscheinliche Funken mit seinem Finger herauslocken.

Bey Erzählung der Wirkungen der Gewitter bemerkt er, daß allemal ein Wind von dem Orte, wo die Gewitterwolke herkommt, blase; daß dieses mit den Beobachtungen aller Seefahrer übereinstimme, und daß der Wind, nach dem verhältnißmäßigen plötzlichen Erscheinen der Gewitterwolke, der Schnelligkeit ihrer Ausbreitung, und der Geschwindigkeit, mit welcher sich die fremden Wolken damit vereinigen, mehr oder weniger heftig sey. Die schnelle Verdichtung einer so erstaunlichen Menge von Dünsten muß nothwendig die Luft von ihrer Stelle jagen, und sie auf allen Seiten zurücktreiben.

Er ahmte sogar diese Wirkung des Gewitters gewisser Maaßen nach, wenigstens brachte er eine circulirende Bewegung der Luft in seinem Zimmer vermittelst des fortgesetzten Elektrisirens seiner Kette hervor.

Unter andern Wirkungen des Blitzes gedenkt er des Vorfalles eines Mannes, welcher, als er von einem Gewitter erschlagen wurde, überaus steif ge-

worden war. Der merkwürdigste Umstand bey diesem Vorfalle aber war, daß der Blitz eine besondere Ader nahe an seinem Halse getroffen hatte, und derselben, ihre kleinsten Zweigabtheilungen hindurch, nachgegangen war, so daß ihre Figur durch die Haut hindurch zu sehen war, feiner als man es mit irgend einem Pinsel hätte mahlen können.

Er warnt Personen, sich nicht auf die Nachbarschaft eines höhern oder in allen Fällen bessern Leiters, als ihr eigener Körper ist, zu verlassen; weil seinen wiederholten Beobachtungen zu Folge der Blitz keinesweges in einem unzertheilten Wege herabfährt, sondern daß Körper mancherley Art, nach dem Verhältnisse ihrer Quantität und ableitenden Kraft, ihren Antheil davon leiten.

Eine Menge Beobachtungen, das Herabfahren des Blitzes betreffend, bestätigt seine Theorie über die Art des Hinauffahrens desselben; denn in verschiedenen Fällen wirft er vorher die Theile der ableitenden Körper aus einander, und vertheilt sie längst der widerstehenden Zwischenmaterie, durch welche er sich seinen Weg mit Gewalt bahnen muß.

Nach demselben Grundsatze scheinen die längsten Blitzstrahlen dadurch zu entstehen, daß der Blitz unterwegs einen Theil der Dünste in der Luft mit sich hinauf nimmt. Eine der Hauptursachen, warum die Blitze ein so langes Getöse machen, ist diese, daß sie durch die große Länge eines leeren Raums, welcher von dem Durchgange der elektrischen Materie entsteht, verursacht werden. Denn ungeachtet die Luft in demselben Augenblicke, nachdem der Blitz hindurch gefahren ist, wieder zusammen geht, und die zittern-

de

de Bewegung in eben demselben Augenblicke die ganze Länge des Weges hindurch ihren Anfang nimmt; so erreichen doch die an dem nähern Ende des Weges erregten zitternden Bewegungen das Ohr einer Person weit eher, als die an dem entferntern Ende hervorgebrachten, und der Schall währt so lange, bis alle zitternde Bewegungen nach und nach zu dem Ohre dieser Person gelangt sind.

Hiebey ist zugleich ein artiger Versuch und eine Beobachtung des Herrn Lullin [r]) zu bemerken, welche die Entstehung der Elektricität in den Wolken betrifft. Er ließ eine lange isolirte Stange an der Seite eines der Alpengebirge hervorragen, und bemerkte am 29. Jun. 1766., daß, wenn kleine Wolken von Dünsten, welche durch die Sonnenhitze in die Höhe gezogen waren, sich nahe an dem Fuße des Gebirges erhoben und längst der Seite desselben in die Höhe stiegen, die Stange elektrisch ward, sobald sie nur das äußerste Ende derselben berührten; war hingegen die ganze Stange, und mithin ein Theil des Hügels, worauf er stand, gleichfalls eingehüllt, so ward sie nicht elektrisch. Hieraus schließt er, daß die Elektricität der Wolken durch deren Durchgang durch die Luft, während die Sonne darauf scheint, hervorgebracht werde. Welchem von diesen beyden Umständen aber, nämlich der Bewegung durch die Luft hindurch, oder dem Wirken der Sonnenstrahlen, dieses zuzuschreiben sey, konnte er nicht bestimmen, ungeachtet er verschiedene Versuche in dieser Absicht anstellte.

Eine

r) Diss. de electricitate. p. 42.

Eine der merkwürdigsten Wirkungen des Blitzes ist, daß derselbe die Magnetnadel, und alle Körper, welche etwas Eisen bey sich führen, z. B. Ziegelsteine u. d. gl. polarisch macht; und wenn man darauf acht giebt, nach welcher Seite die Pole dieser Körper liegen, so kann man, wie Beccaria bemerkt, zuverlässig wissen, nach welcher Richtung der Blitz gefahren sey. In einem gewissen Falle brachte er die Richtung des Blitzes auf diese Art wirklich zur Gewißheit.

Da ein plötzlicher Blitzstrahl Magneten polarisch macht, so vermuthete er, daß ein regulairer und beständiger Kreislauf der ganzen Masse von Flüssigkeit, von Norden nach Süden, vielleicht die Grundursache des Magnetismus überhaupt seyn möge.

Dieser Strom entsprang, seiner Meynung nach, auf der nördlichen Halbkugel der Erde, nicht aus einer Quelle, sondern aus mehreren. Die Abweichung des gemeinen Mittelpunkts aller dieser Ströme von dem Nordpunkte ist vielleicht die Ursache der Veränderung der Magnetnadel; die Periode dieser Abweichung des Mittelpunkts der Ströme ist vielleicht die Ursache der Veränderung; und die Krümmung, mit welcher die Ströme in die Erde streichen, ist vielleicht die Ursache der Abweichung der Nadel, imgleichen, warum eiserne Stangen die magnetische Kraft weit leichter nach dieser oder jener Richtung annehmen.

Er meint, daß vielleicht der Nordschein nichts anders, als eben diese elektrische Materie sey, die ihren Kreislauf in einem solchen Zustande der Atmosphäre verrichtet, welcher diese sichtbar macht, oder der Erde näher als gewöhnlich bringt. Diesemnach hat

hat man bemerkt, daß sehr lebhafte Erscheinungen dieser Art die Magnetnadel schwankend gemacht haben.

Steine und Ziegel, worauf der Bliz getroffen hat, werden oft zu Glas. Er behauptet, daß einige Steine in der Erde, welche auf diese Art vom Blize getroffen wurden, zuerst Gelegenheit zu der gemeinen Meynung vom Donnerkeile gegeben haben.

Beccaria erkannte wohl, daß Hitze zu den Erscheinungen des Donners, Blizes und Regens vieles beytrage; allein er konnte durch keinen Versuch ausmachen, ob diese zur Beförderung der Elektricität diene. Er glaubte vielmehr, daß die Hitze in diesem Falle die Feuchtigkeit der Luft zum Verdunsten brächte, und dadurch die Verbindung der elektrischen Flüssigkeit zwischen dem einen und andern Orte, insbesondere zwischen der Erde und den höhern Gegenden der Luft, abschnitte, wodurch ihre Wirkungen sichtbarer würden.

Die größte Quantität elektrischer Materie, welche jemals durch irgend einen Apparat aus den Wolken herabgebracht worden, wurde von Herrn de Romas zu Nerac herabgeleitet. Dieser war der erste, welcher sich einer mit eisernem Drathe durchwirkten hanfenen Schnur an einem elektrischen papiernen Drachen bediente, welchen er 7½ Fuß hoch und 3 Fuß breit machte, so daß derselbe 18 Quadratfuß Fläche hatte. Diese Schnur leitete die Elektricität aus den Wolken viel stärker ab, als eine andere hanfene Schnur, auch sogar, wenn sie naß war; und da sie sich in eine Schnur von trockener Seide endigte, so ward dadurch der Beobachter in den Stand gesetzt, verschiedene Versuche ohne Gefahr anstellen zu können.

Als dieser Drache am 7. Jun. 1753. 550 Fuß hoch gestiegen war, so konnte er an einer 780 Fuß langen Schnur, welche einen Winkel von beynahe 45 Grad mit dem Horizonte machte, aus seinem Ableiter, welcher 3 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, Funken ausziehen, deren Knistern ungefähr 200 Schritte weit zu hören war. Während diese Funken herausfuhren, fühlte er gleichsam ein Spinngewebe auf seinem Gesichte, ungeachtet er über 3 Fuß weit von der Schnur des Drachen stand, worauf er es nicht für sicher hielt, so nahe zu stehen, und er rief daher der ganzen Gesellschaft laut zu, ungefähr 2 Fuß weiter zurückzutreten.

Als er nun seine Person in Sicherheit glaubte, und niemand mehr um ihn stand, gab er Acht, was zwischen den Wolken, welche unmittelbar über dem Drachen standen, vorgieng; er konnte aber keinen Bliß, weder in den Wolken, noch sonst irgendwo, noch auch den geringsten Laut von Donner wahrnehmen; auch regnete es nicht. Der Wind kam aus Westen und zwar ziemlich stark, und der Drache stieg wenigstens 100 Fuß höher, als bey den andern Versuchen.

Als er nachher seine Augen auf die blecherne Röhre richtete, welche an der Schnur des Drachen befestigt war und ohngefähr 3 Fuß hoch über die Erde hieng, ward er drey Strohhalme gewahr, wovon der eine ohngefähr 1 Fuß, ein zweyter 4 bis 5 Zoll, und der dritte 3 bis 4 Zoll lang war, welche sämmtlich aufrecht standen, und wie Puppen unter der blechernen Röhre im Kreise herumtanzten, ohne einander zu berühren. Diese Erscheinung dauerte ohngefähr eine Viertelstunde, worauf es ein wenig zu regnen anfieng, wobey er wiederum die Empfindung

der

der Spinngewebe auf seinem Gesichte hatte, und zugleich ein beständiges Getöse, als von einem kleinen Schmiedeblasebalge, hörte. Dieß war ein ferneres Zeichen der zunehmenden Elektricität; und von dem ersten Augenblicke an, da de Romas die tanzenden Strohhalme gewahr ward, hielt er es, auch sogar bey aller seiner Vorsicht, nicht mehr für rathsam, ferner Funken herauszulocken; und er ersuchte die Gesellschaft abermals, sich noch weiter zurück zu begeben.

Unmittelbar darauf erfolgte eine Erscheinung, welche dem Herrn de Romas in Furcht und Schrekken setzte. Der längste Strohhalm ward von der blechernen Röhre angezogen, worauf drey Explosionen gehört wurden, welche einem Donnerknalle ähnlich waren. Einige von der Gesellschaft verglichen denselben mit dem Platzen der Raketen; und andere mit dem gewaltsamen Zerschlagen großer irdener Krüge gegen einen Estrich. So viel ist gewiß, daß derselbe bis mitten in die Stadt, des mannichfaltigen Geräusches daselbst ungeachtet, gehört ward.

Das Feuer, welches in dem Augenblicke der Explosion gesehen ward, hatte die Gestalt einer 8 Zoll langen und 5 Linien breiten Spindel. Einige von der Gesellschaft bemerkten, daß der Strohhalm 45 bis 50 Toisen weit abwechselnd angezogen und wieder zurückgestoßen ward, mit dem merkwürdigen Umstande, daß allemal, so oft derselbe von der Schnur angezogen wurde, plötzliche Feuerflammen zum Vorschein kamen, und ein Knall gehört ward, wiewohl nicht so laut, als bey der vorigen Explosion.

Hiebey ist merkwürdig, daß von der Zeit der Explosion an bis zu Ende der Versuche ganz und

gar kein Blitz zu sehen, und auch kein Donner zu hören war. Man empfand einen Schwefelgeruch, welcher dem Geruche der leuchtenden elektrischen Ausflüsse, welche aus dem Ende einer elektrisirten metallenen Stange hervor zu kommen pflegen, gar sehr glich. Rings um die Schnur zeigte sich ein heller Lichtcylinder von 3 bis 4 Zoll im Durchmesser; und da sich dieses am Tage zeigte, so zweifelte de Romas nicht, daß dieser elektrische Dunstkreis zur Nachtzeit unfehlbar 4 bis 5 Fuß breit zu sehen gewesen wäre. Zuletzt da die Versuche vorbey waren entdeckte man in der Erde, gerade unter der blechernen Röhre, ein Loch, welches 1 Zoll tief und ½ Zoll weit, und wahrscheinlicher Weise durch die starken Feuerklumpen, welche die Explosionen begleiteten, verursacht worden war.

Diese merkwürdigen Versuche endigten sich durch das Herabfallen des Drachen, indem sich der Wind nach Osten gesetzt hatte, und ein mit Hagel vermischter Regen in Menge fiel. Indem der Drache im Niederfallen begriffen war, verwickelte sich die Schnur an ein Vordach; und sobald sie davon losgemacht ward, fühlte die Person, welche die Schnur hielt, einen so starken Schlag in ihren Händen und eine so heftige Erschütterung durch ihren ganzen Körper, daß sie dieselbe nicht länger zu halten vermochte, sondern sofort fahren lassen mußte; und als die Schnur an die Füße einiger andern Personen fiel, gab sie ihnen ebenfalls einen, wiewohl bey weitem nicht so empfindlichen erschütternden Schlag.

Herr De Romas stellte eine in einen gläsernen Käfich befindliche Taube in ein kleines Gebäude, welches er in der Absicht hatte errichten lassen, daß es durch den

ver-

vermittelst seines Drachen hernieder gebrachten Blitz zerstört werden sollte. Das Gebäude ward der Erwartung gemäß zerschmettert; der Käfich und die Taube aber blieben unberührt.

Der Abt Nollet *), welcher diese Nachricht ertheilt, fügt hinzu, daß, wenn ein Schlag dieser Art durch den Körper des Herrn de Romas gefahren wäre, der Prof. Richmann wahrscheinlich nicht der einzige gewesen wäre, welcher sein Leben durch die Elektricität eingebüßt habe, und er erinnert, daß bey Unternehmung solcher gefährlichen Versuche große Vorsicht zu gebrauchen sey.

Schon im Jahr 1752 machte Nollet die Bemerkung, daß dergleichen Versuche mit Behutsamkeit angestellt werden müßten, indem er durch Briefe aus Florenz und Bologna benachrichtigt worden sey, daß die Neugierde derjenigen, welche daselbst Versuche angestellt hätten, durch die gewaltsamen erschütternden Schläge, die sie erhalten, als sie aus einer durch Gewitter elektrisch gewordenen eisernen Stange Funken herauslockten, mehr als zu sehr befriedigt worden wäre. Einer seiner Correspondenten meldete ihm, daß einsmals, als er eine mit einer kupfernen Kugel an dem einen Ende versehene kleine Kette an einer großen Kette, welche mit der Stange oben auf dem Gebäude verbunden war, befestigen wollte, ein plötzlicher Blitzstrahl gekommen sey, welchen er zwar nicht gesehen, wovon aber die Kette, wie ein auf Wasser abgebranntes Feuerwerk, zu knistern angefangen habe. In demselben Augenblicke theilte sich die Elektricität der Kette der Kugel mit, und brachte dem Beobach-

ter

*) Lettres sur l'électricité. Vol. II. p. 239.

ter eine so heftige Erschütterung bey, daß ihm die Kugel aus den Händen fiel, und er 4 bis 5 Schritte zurückfuhr. Einen solchen heftigen Schlag hatte er bey dem leydenschen Versuche nie bekommen.

De Romas bekam einen starken Schlag, als er seinen Drachen zuerst steigen ließ; und Dalibard meldet, daß Monnier und Bertier, als sie Funken aus ihrer Geräthschaft herauslocken wollten, zu Boden geschlagen wurden.

Ein Opfer eines solchen elektrischen Funkens wurde am 6. Aug. 1753 der vorerwähnte Prof. Richmann zu Petersburg. Am Dache seines Hauses hatte er eine eiserne Stange ausgesteckt, von welchem metallene Dräthe ins Haus geleitet und am Ende durch einen gläsernen Becher, der zum Theil mit Messingspähnen gefüllt war, isolirt waren, um die Elektricität daselbst anzuhäufen. An einem Drathe hatte er einen Faden aufgehangen, welcher bey Elektrisirung der eisernen Stange vor dem Drathe floh, und folglich mit diesem einen Winkel machte. Um diesen Winkel zu messen, hatte er daselbst einen Quadranten angebracht. Als er am gedachten Tage Mittags nach 12 Uhr an dem Elektricitätszeiger die Wirkung der Elektricität des an diesem Tage aufgestiegenen Gewitters beobachtete, und sich gegen denselben seiner Gewohnheit gemäß gebückt hatte, so daß er etwa mit seinem Kopfe 1 Fuß von dem Ende des Metalles entfernt war, so fuhr ein Wetterstrahl in Gestalt eines weißblauen Feuerballs, etwa einer Faust groß, aus dem Drathe nach seinem Kopfe, und warf ihn, ohne daß er einen Laut von sich gegeben hätte, rückwärts todt zu Boden. Auch der akademische Kupferstecher Sokolow, welchen Richmann gewöhnlich zu seinen

elek-

elektrischen Versuchen mit sich nahm, ward betäubt niedergestürzt.

Als sich Sokolow wieder aufrichtete und sich der Betäubung wegen an den Schrank lehnte, konnte er das Gesicht des Herrn Richmann vor Dampf nicht sehen, und glaubte auch, daß dieser, wie er, nur umgefallen sey. Da er sich aber wegen des Dampfs einbildete, der Blitz habe einen Brand im Hause verursacht, so eilte er hinaus und zeigte es der nächsten Wache an. Auf den gehörten starken Knall lief die Frau Richmann hinzu, fand den Gang wie mit Pulverdampf erfüllt, den Herrn Sokolow abwesend, und ihren Mann ohne einiges Lebenszeichen rückwärts über dem Kasten gegen die Wand liegen. Man schickte augenblicklich nach Herrn Kratzenstein und einem Wundarzte, und es wurden ihm zwey Adern geschlagen; allein es kam nur ein einziger Tropfen Blut. Am obern Theile der Stirn etwas gegen die linke Seite zu fand man einen länglich runden, mit Blut unterlaufenen Fleck, und am Leibe, vorzüglich auf der linken Seite, vom Halse an bis auf das Hüftbein, 8 theils größere theils kleinere rothe und blaue Flecke. Die übrigen kleinen Flecke sahen aus, als wenn sie von angezündetem Pulver entstanden wären. Am linken Fuße war der Schuh aufgerissen, ohne daß man ein Merkmal einer Versengung daselbst wahrnehmen konnte, nur an dem bloßen Fuße sahe man einen mit Blut unterlaufenen Fleck. Innerlich fand man in der Luftröhre und in der Lunge ausgetretenes Blut, so wie auch besonders die Gekrösdrüse gequetscht, und ihre Einfassung mit ausgetretenem Blute angefüllt war. Nach zweymal 24 Stunden war der Körper in völlige Fäulniß übergegan-

gan-

gangen. Nachdem man den Gang besichtigte, wo dieser Zufall geschehen war, fand man, daß der Pfosten von der offen gestandenen Thür des Einganges von oben herunter halb gespalten, und mit der Thür in den Gang geworfen war. Auch war der gläserne Becher und der Drath zerschmettert, und glühende Stücke des Draths hatten in das Kleid des Sokolow Striemen eingebrannt. Dieser traurige Vorfall bewieß unläugbar die Identität der elektrischen Materie mit der Materie des Blitzes, und man hat auch seit dieser Zeit den Blitz ganz allgemein für ein elektrisches Phänomen anerkannt.

Außer dieser wichtigen Entdeckung der Gleichheit der Elektricität mit der Materie des Blitzes wurden in diesem Zeitraume noch ungemein grose Fortschritte in der Lehre der Elektricität gemacht, welche nun nach der Ordnung erzählt werden sollen.

Es war bisher gemeine Meynung, daß elektrisirte Körper von einer Atmosphäre von elektrischer Materie umgeben wären. Franklin[t]), der eben diese Meynung annahm, bemerkte, daß diese Atmosphären und die Luft einander nicht auszuschließen schienen, wiewohl es nach seinem eigenen Geständnisse sehr schwer zu begreifen ist, wie dieß zugehe, wenn man bedenke, daß sie einander zurückstoßen, wie man durchgängig von ihnen behauptet.

Ein rings um einen dicken Drath herum, welcher in einer Phiole gesteckt ist, hervorgebrachter elektrischer Dunstkreis treibt nicht das geringste von der darin enthaltenen Luft heraus; eben so wenig wird, wenn man diese Atmosphäre zurückzieht, die geringste Luft

t) Lettres. p. 97. sqq.

Luft mit Gewalt hinein dringen, wie er durch einen gewissen mit Sorgfalt angestellten Versuch gefunden hat; woraus er ebenfalls schloß, daß die Elektricität der Luft dadurch nicht verändert würde. Der Versuch ward mit einem kleinen gläsernen Heber angestellt, wovon der eine Schenkel durch den Kork in der Flasche hindurch gieng; der andere Schenkel hatte einen Tropfen rother Tinte in sich, welcher sich bey der geringsten Veränderung der Temperatur der Luft, welche die Phiole enthielt, sogleich bewegte; wenn die Luft aber elektrisch war, ganz unverändert blieb.

Er stellte auch einen Versuch an, welcher gleichsam die Unbeweglichkeit dieser Atmosphären durch irgend eine äußere Kraft, wofern es dergleichen gab, zu beweisen schien; andere hingegen halten dieß lieber für einen Beweis gegen ihr Daseyn. Er elektrisirte eine große Korkkugel, welche an das Ende einer 3 Fuß langen seidenen Schnur befestigt war, nahm das andere Ende davon in seine Hand, drehete es gleich einer Schleuder an hundert mal vermittelst der möglichst sanftesten Bewegung, welche er demselben nur geben konnte, in der freyen Luft herum, und bemerkte, daß sie ihre elektrische Atmosphäre noch immerfort behielt, ungeachtet sie durch 800 Yards Luft hatte hindurch gehen müssen.

Um zu zeigen, daß ein Körper auf seiner Oberfläche eine größere oder kleinere Quantität elektrischer Materie bekommen und behalten könne, nachdem er sich in verschiedenen Umständen befindet, durch welche er entweder ausgedehnt oder zusammengezogen wird, stellte er folgenden Versuch an. Er nahm ein gutes Weinglas, und nachdem er solches auf dem

Fuß=

Fußboden gestellt hatte, setzte er oben auf dasselbe einen kleinen silbernen Topf und füllte diesen mit einer ohngefähr 9 Fuß langen messingenen Kette. An dem einen Ende der Kette war eine seidene Schnur angebunden, welche über eine an der Decke befestigte Rolle gieng, und ihn in den Stand setzte, daß er die Kette, so weit er wollte, aus dem Topfe herausziehen, sie 1 Fuß hoch in die Höhe heben, und allmählig wieder in das Gefäß hinunter lassen konnte. An der Decke war noch ein anderer Faden von roher und feiner Seide befestigt, und ein an dieser Seide angebundenes leichtes Flöckchen Baumwolle berührte bey seiner senkrecht herabhangenden Stellung die eine Seite des Gefäßes. Nachdem alles so eingerichtet war, brachte er den Henkel eines mit der Elektricität angefüllten Fläschchens an das silberne Gefäß, da denn der Funke herausfuhr, und sich rund um dasselbe in einer elektrischen Atmosphäre ausbreitete. Die Baumwolle ward sogleich 9 bis 10 Zoll weit von dem Gefäße zurückgestoßen, und dieses zog in diesem Zustande keinen Funken mehr aus dem Halse der Phiole. Sobald er aber die Kette nach und nach herauszog, so war es ganz anders. Denn die Atmosphäre des Gefäßes, die mit ihr in die Höhe zu gehen genöthigt war, ward geringer; das Flöckchen Baumwolle näherte sich demselben stuffenweise, und als er den Henkel des Fläschchens wieder an das Gefäß hielt, so gab er demselben eine neue Ladung, und die Baumwolle entfernte sich alsobald wieder bis auf ihre erste Weite. Der Topf zog also desto mehr aus dem Fläschchen, je höher die Kette sich erhob, weil dieser Topf mit seiner Kette von einer größern Atmosphäre umgeben war, als eben dieser Topf hatte, wenn die Kette inwendig in demselben auf einem Haufen zusammen lag.

lag. Auch war es ganz natürlich, daß die Vermehrung und Verminderung der elektrischen Atmosphäre sich nach der Erhebung und der Erniedigung der Kette richten mußte, weil die Atmosphäre der Kette sich aus der Atmosphäre des Topfes in dem Maaße, wie die Kette in die Höhe gieng, herauszog, und durch das Niedersinken der Kette wieder zu seiner Quelle zurückkehrte. Diese Veränderung sahe man mit Augen, indem die Baumwolle sich in dem ersten Falle allezeit dem Topfe näherte, und in dem zweyten allemal von demselben entfernte. Hieraus, sagt er, erhellt, daß ein Körper, dessen Oberfläche weiter ausgedehnt wird, sich in einem solchem Zustande befindet, daß er eine größere Atmosphäre erhalten kann.

Um elektrische Atmosphären einiger Maaßen sichtbar zu machen, pflegte Franklin Harz auf heiße eiserne Platten, welche unter elektrisirten Körpern gehalten wurden, zu tröpfeln, da dann in einem stillen Zimmer der Rauch aufstieg, und sichtbare Atmosphären um die Körper herum darstellte, welche ihnen ein sehr schönes Ansehen gaben. Bey Erforschung, unter welchen Umständen das Zurücktreiben zwischen einer elektrisirten eisernen Kugel und einer kleinen Korkkugel eine Veränderung erlitte, bemerkte er, daß der Rauch vom Harz ihr Zurücktreiben nicht vernichtete, sondern von dem Eisen sowohl als auch von dem Korke angezogen ward.

Er beobachtete, daß Silber, worauf er den elektrischen Funken hatte fallen lassen, einen blauen Flecken bekam, und daß Eisen davon zerfressen zu seyn schien; auf Gold, Kupfer oder Zinn hingegen konnte er nie den geringsten Eindruck gewahr werden. Die Flecke auf dem Silber oder Eisen waren allemal gleich,

der Funken mochte von Bley, Kupfer, Gold oder Silber darauf gefallen seyn; und der Geruch des elektrischen Feuers war derselbe, durch was für Körper dasselbe auch hindurch geleitet worden war.

Während sich Franklin in Philadelphia mit dem Gegenstande der Elektricität beschäftigte, that sich besonders sein Freund Kinnersley zu Boston in Neuengland hervor. Es gelang ihm, die beyden einander entgegengesetzten Electricitäten des du Fay, des Glases und Schwefels, wieder zu entdecken, welche sowohl ihm als auch Franklin damals gänzlich unbekannt waren. Kinnersley hatte aber vor du Fay viel voraus; denn da er seine Versuche zu einer Zeit, wo die Wissenschaft viel weiter gekommen war, anstellte, so sahe er, daß die beyden einander entgegengesetzten Elektricitäten des Glases und Schwefels gerade dieselben positiven und negativen Elektricitäten waren, welche kurz vorher Watson und Franklin entdeckt hatten.

Er bemerkte, daß eine Korkkugel, welche durch einen Leiter von elektrisch gemachtem Glase elektrisirt worden, von elektrisch gemachtem Bernstein und Schwefel angezogen, und von elektrisch gemachtem Glase und Porzellan zurückgestoßen ward; daß, wenn man die Kugel mit dem Drathe einer geladenen Phiole elektrisirte, dieselbe von elektrisch gemachtem Glase zurückgestoßen, von elektrisch gemachtem Schwefel hingegen angezogen ward; und daß, wenn er dieselbe mit Schwefel oder Bernstein elektrisirte, so lange bis sie von demselben zurückgestoßen ward, sie von dem Drathe der Phiole angezogen und von ihrem Ueberzuge zurückgestoßen ward. Diese Versuche setzten ihn in Erstaunen. Durch die Aehnlichkeit ward er aber veranlaßt,

anlaßt, folgende paradoxe Sätze, wie er sie nennt, durch Vernunftschlüsse herzuleiten, welche nachher auf sein Ersuchen von Franklin berichtigt wurden:

1. Wenn eine Glaskugel an dem einen Ende, und eine Schwefelkugel an dem andern Ende eines ersten Leiters angebracht wird, so ist nicht ein einziger Funken aus dem Leiter herauszubringen, sondern die eine Kugel zieht eben so geschwind heraus, als die andere beybringt.

2. Wenn die Phiole an den Leiter vermittelst einer Kette von ihrem Ueberzuge bis nach dem Tische gehängt, und bloß eine Kugel auf einmal gebraucht wird, so geben ihr z. B. 20 Umdrehungen des Rades die Ladung; nachher entladen sie eben so viel Herumdrehungen des andern Rades; und eben so viel neue laden sie abermals.

3. Wenn beyde Kugeln in Bewegung sind, und jede einen besondern Leiter hat, mit einer an dem einen derselben angehängten Phiole, und mit einer an dem andern befestigten Kette, so wird die Phiole geladen, indem die eine Kugel positiv, und die andere negativ ladet.

4. Wenn man die auf solche Art geladene Phiole auf gleiche Weise an den andern Leiter hängt, und beyde Räder wieder in Gang bringt, so wird dieselbe Anzahl von Herumdrehungen, von welcher dieselbe vorher geladen ward, sie nunmehr entladen, und wenn dieselbe Anzahl wiederholt wird, sie abermals laden.

5. Wenn jede Kugel mit demselben ersten Leiter in Verbindung steht, und eine Kette davon nach dem Tische hängt, so wird die eine derselben, wenn sie in Bewegung ist, durch das Kissen hindurch Feuer

herausziehen, und dieselbe durch die Kette entladen; die andere wird das Feuer durch die Kette hindurch herausziehen, und dieselbe durch das Kissen entladen.

Als Kinnersley seinem Freunde Franklin anrieth, die Versuche mit der Schwefelkugel zu versuchen, so warnte er ihn, zu dem Kissen keine Kreide zu gebrauchen, und bemerkte, daß etwas fein gestoßener Schwefel zu dieser Absicht besser sey. Uebrigens hoffte er, daß, wenn Franklin finden sollte, daß beyde Kugeln den ersten Leiter auf verschiedene Art laden, er vermögend seyn würde, eine Methode zu entdecken, zu bestimmen, welche von beyden sich positiv lade.

Franklin glaubte anfänglich nicht, daß Kinnersley's Versuche und Wahrnehmungen einigen Grund hätten; er vermuthete vielmehr, daß das von diesem bemerkte Anziehen und Zurückstoßen von den größern oder kleinern Quantitäten des aus verschiedenen Körpern erhaltenen elektrischen Feuers herrührte. Als er aber bey angestelltem Versuche fand, daß Kinnersley's Hauptsatz durch Begebenheiten als wahr bestätiget ward, so setzte er in die übrigen weiter keinen Zweifel.

Folgende Gründe bestimmten Franklin, die Meynung zu behaupten, daß die Glaskugel positiv, und die Schwefelkugel negativ lade:

1. Weil, ungeachtet die Schwefelkugel von gleicher Güte mit der Glaskugel zu seyn schien, bey jener doch niemals ein so großer und entfernter Funken zwischen seinem Finger und Leiter zum Vorschein kommen wollte, als wenn er sich der Glaskugel bediente. Was er zur Bestätigung dieses Beweises hinzusetzt, scheint kein Genüge zu leisten. Er behauptet nämlich,

lich, daß Körper von einer gewissen Dicke die Quantität elektrischer Materie nicht so leicht fahren lassen könnten, welche sie besitzen und innerhalb ihrer Substanz angezogen hätten, als sie einen Zusatz von Quantität auf ihrer Oberfläche, vermittelst der Atmosphäre, annehmen könnten, und daß daher nicht so viel aus dem Leiter herauszuziehen wäre, als darauf gebracht werden könne.

2. Er bemerkte, daß der Feuerstrom, oder der Busch feuriger Strahlen, welcher sich an dem Ende des um den Leiter gelegten Draths zeigte, lang und breit war, weit aus einander fuhr, und einen schnappenden Laut verursachte, wenn er sich der Glaskugel bediente; daß derselbe hingegen beym Gebrauche der Schwefelkugel kurz und schmal war, und einen zischenden Laut bewirkte. Eben so beobachtete er, daß beyde Fälle sich gerade umgekehrt verhielten, wenn er denselben Drath in seiner Hand hielt, und die Kugeln abwechselnd gebraucht wurden. Der Feuerbusch war breit, lang, aus einander fahrend, und schnappend, wenn die Schwefelkugel herumgedreht ward. Wenn der Feuerbusch lang, breit und weit aus einander fahrend war, so kam es Franklin vor, als wenn der Körper, mit dem er sich vereinigte, das Feuer hinausstieß; und wenn sich das Gegentheil zeigte, kam es ihm vor, als wenn er es einsaugte.

3. Wenn er das Gelenk seines Fingers vor der Schwefelkugel hielt, so bemerkte er, daß der Feuerstrom zwischen seinem Gelenke und der Kugel sich über dessen Oberfläche zu verbreiten schien, als wenn derselbe aus dem Finger käme; vor der Glaskugel hingegen verhielt es sich ganz anders.

4. Er beobachtete, daß der kühle Wind, welchen man gleichsam aus einer elektrisirten Spitze herausfahrend fühlt, bey der Glaskugel weit merklicher war, als wenn er sich der Schwefelkugel bediente. Ungeachtet dieß die besten Beweise von dem Laufe der elektrischen Materie sind, welche die Sinne geben können, so hielt doch Franklin dieses nur für übereilte Gedanken. Wenn man auch bedenkt, daß die Geschwindigkeit der elektrischen Materie in einem Umkreise von einigen Meilen fast augenblicklich ist, so kann in Wahrheit nicht vorausgesetzt werden, daß das Auge zu unterscheiden vermögend seyn sollte, was für einen Weg dieselbe in einem Raume von einem oder zwey Zoll nehme.

Auch sind seit Franklin's Zeiten sehr große Verbesserungen in Absicht der elektrischen Geräthschaft gemacht worden. Des Prof. Bosen's Beatifikation gab dem D. William Watson u) in England Veranlassung, eine Elektrisirmaschine zu erfinden, durch welche sehr starke Elektricität erregt werden könnte. Er legte hiebey die Einrichtung der deutschen Gelehrten, mit welchen er im Briefwechsel stand, zum Grunde, ließ aber durch sein Rad vier über einander stehende Glaskugeln auf einmal drehen, die sich an vier Kissen rieben. Priestley hat diese Maschine in seiner Geschichte der Elektricität Taf. V. Fig. 1. abgebildet.

Bald nachher gab Wilson eine andere Elektrisirmaschine an, welche weniger Raum erfordert. Priestley hat sie am a. O. Taf. V. Fig. 2. abgebildet. Ein Glascylinder wird durch ein daneben stehen

u) Exper. and observ. on electricity. Lond. 1745. 8.

hendes Rad gedreht, und reibt sich an einem unten angebrachten Kissen. Der erste Leiter ruht auf seidenen Schnüren, die an vier hölzernen Säulen auf dem Gestell der Maschine selbst gebunden sind. An dieser Maschine findet sich zum erstenmale der Leiter mit dem Cylinder durch einen Zuleiter oder Collector, d. i. durch einen Kamm mit metallenen Spitzen, verbunden. Es sind aber Cylinder und Reibzeug nicht genug von andern Körpern entfernt, auch liegt der Leiter nicht fest.

Um Kugeln von großem Durchmesser in ziemlich kleinen Gestellen sehr schnell bewegen zu können, versahen sie die englischen Künstler mit Zahn und Getriebe, welches sie in ein messingenes Gehäuse einschlossen. Ein mit der Kurbel umgedrehtes Stirnrad greift in ein Getriebe, das an der Axe der Kugel fest ist. Musschenbroek lobt diese Maschinen sehr; sie verursachen aber, wenn sie nicht sehr fein und genau gearbeitet sind, ein unangenehmes Gerassel. Dabey kann man die Axe der Kugel vertikal stellen, oder horizontal legen. Brignoli x) kam gar auf den Gedanken, die Axe des Cylinders oder der Kugel mit der Weltaxe parallel zu legen; allein die Lage der Axe thut gar nichts zur Sache.

Eine solche mit Zahn und Getriebe versehene Maschine mit vertikaler Axe von Nairne beschreibt Priestley a. a. O. Taf. VI. Fig. 1. Der Leiter ruht auf seidenen Schnüren, die an vier aus dem Gestell hervorgehende Arme befestigt sind. Das Kissen wird an die Kugel durch eine federnde Stange angedruckt, an

x) Hamburg. Magaz. B. III. S. 565.

an der es fest ist, und die auf dem Gehäuse des Räderwerks aufsteht. Diese Maschine ist tragbar, und läßt sich auf einen Tisch aufschrauben.

Eine andere ebenfalls von englischen Künstlern erfundene Maschine hat folgende Einrichtung. In einem Gehäuse ist eine Schraube ohne Ende, die von einem Stirnrade umgetrieben wird, das man mit einer Kurbel dreht. Die ganze Maschine wird mit Schrauben an den Tisch fest gemacht. Am Fußbrete ist eine stählerne Feder, welche das Kissen fest hält und an den Cylinder andruckt. Aus dem Fußbrete gehen zwey kupferne Stäbe hervor, auf diesen stehen zwey andere, an welchen wieder ein Paar andere angebracht sind. An jedem Ende der letztern sind seidene Fäden angeknüpft, in welchen der hohle Conduktor hängt. In dem vordern Ende dieses Conduktors ist ein doppelter Drath von vergoldetem Kupfer, der vorn breit geschlagen ist; dieser Drath ist elastisch, druckt sich an den Cylinder an, und leitet dessen Elektricität dem Conduktor zu. An dem andern Ende des Conduktors befindet sich in der Mitte ein Loch, worin man einen Drath stecken, oder eine Kette anhängen kann.

Eine andere von Read, einem englischen Künstler, erfundene Maschine, welche Priestley a. a. O. Taf. VI. Fig. 2. abbildet, hat einen senkrecht stehenden Cylinder, dessen Axe unten im Fußbrete und oben in einem vom Fußbrete heraufgehenden messingenen Bogen ruht. Unten hat die Axe einen Würtel, und wird durch eine hölzerne dem Tische parallel liegende Scheibe, vermittelst einer Schnur ohne Ende, gedreht. Der Leiter steht auf einem Glasbecher, der ihn isolirt, und ist an dem Ende gegen den Cylinder ausge-

gezackt. Das Kissen wird durch eine am messingenen Bogen angebrachte Feder gehalten und angedruckt. Priestley rühmt diese Maschine als bequem für Aerzte, besonders weil der Leiter so fest stehe. Auch kann man den Glasbecher, der ihn trägt, belegen, und sogleich als leydner Flasche brauchen. Das Umdrehen der horizontalen Scheibe aber erfordert eine unbequeme Bewegung des Arms.

Priestley a. a. O. Taf. VII. VIII. giebt zwey Maschinen von seiner eigenen Erfindung an. Er nennt die eine wegen ihres allgemeinen Gebrauchs eine Universalelektrisirmaschine. Das Gestell besteht aus zwey Bretern, welche durch zwey kleine Querhölzer in einer parallelen Lage gegen einander gehalten werden. Diese Breter werden horizontal auf einen Tisch gelegt, und das unterste mit eisernen Klammern daran befestigt. Es stehen darauf zwey Säulen von gedörrtem Holz und das Kissen. Die eine Säule läßt sich zugleich mit der Feder, welche das Kissen trägt, in einem Falze verschieben, welcher der Länge nach durch das Bret geht, und kann durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern gestellt werden. Die andere steht fest, und geht in das untere Bret hinein. Die Säulen haben Löcher, in welche man die Spindeln mehrerer Cylinder oder Kugeln einlegen kann. Bey dieser Einrichtung ist aber nicht zu sehen, wie man bey dem Gebrauche mehrerer Kugeln, wenn sie über einander stünden, an jede ein besonderes Kissen würde anbringen können.

Das Kissen ist eine hohle kupferne Schüssel, mit Pferdehaaren ausgestopft, und mit Corduan überzogen. Es ruht auf einem Fuße, der die cylindrische Axe einer runden Scheibe von gedörrtem Holze auf-

nimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebogenen Stahlfeder steht. Die Feder ist mit einer Schraube versehen, durch welche man sie nach Gefallen anziehen oder nachlassen kann.

Das Rad ist an dem Tische fest. Es hat mehrere Einschnitte, um Schnüre einzulegen, wenn man mehr Kugeln oder Cylinder auf einmal gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Gestell zusammenhängt, so kann man es allemal in die Entfernung bringen, die die Länge der Schnur erfordert.

Der erste Leiter ist ein hohles birnförmiges Gefäß von Kupfer, daß den Stiel auswärts kehrt, mit dem untern Theile aber auf einem Stativ von gedörrtem Holze steht. Von dem Stiele aus geht an die Kugel ein gebogener Messingdrath, am Ende mit einem Ringe, worin man einige kleine spitzige Drathe steckt, welche ganz leicht an die Kugel anspielen, und die Elektricität aus ihr einsammlen.

Priestley's zweyte Maschine ist nach denselben Grundsätzen eingerichtet, dient aber nur für eine Kugel, die nebst Rad und Kissen auf ein dreyfüßiges Stativ gebracht ist. Der Leiter ist eben so, wie der vorige, und wird auf einem Tisch befestigt, neben welchem man das Stativ aufstellt.

Um das Jahr 1766 wurden die Elektrisirmaschinen mit runden Glasscheiben bekannt, welche Ramsden in London mit vielem Beyfall verfertigte. Dieser englische Künstler gab sich für den Erfinder derselben aus, wofür ihn auch Priestley in der ersten Ausgabe seiner Geschichte der Elektricität erklärt, in der zweyten aber den D. Ingenhouß als Erfinder genannt hat.

Si-

Sigaud de la Fond [y]) erzählt, daß er 1756 eine Scheibe von Krystallglas an einer Axe gedreht mit Vortheil als Elektrisirmaschine gebraucht, als sie ihm aber durch den allzustarken und ungleichen Druck des Kissens zersprungen sey, diesen Gedanken wieder aufgegeben habe. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutschen Bibliothek [z]) ist der eigentliche Erfinder dieser Maschinen Planta, Stifter und ehemaliger Director des Haldensteinischen Seminariums, der sich derselben um das Jahr 1760 bedient hat.

D. Ingenhouß [a]) sagt, daß er seit dem Jahre 1764 angefangen habe, sich der Glasscheiben zu bedienen, weil er von der Reibung derselben auf beyden Seiten sich viel versprochen habe. Er habe noch eine sehr unvollkommene Probe davon dem D. Franklin und andern Freunden in London gezeigt, worauf sie bald von Ramsden und andern Künstlern nachgemacht worden.

Diese Maschine besteht aus einer kreisrunden Glasscheibe, welche in vertikaler Stellung mit einer Kurbel gedreht wird, die an einer eisernen mitten durch die Glasscheibe hindurchgehenden Axe befestigt ist. Die Scheibe wird an vier ovalen Kissen gerieben, die ohngefähr 2 Zoll breit sind, und wovon zwey an jeder Seite der Scheibe an den beyden Enden ihres vertikalen Durchmessers stehen.

Das Gestell besteht aus einem Brete, das man mit einer eisernen Klammer an den Tisch befestigen

y) Précis des phénomén. électriq. P. I. sect. I. c. 2.

z) Anhang zum 13–24 Bande. 1te Abth. S. 549.

a) Vermischte Schriften, herausgeg. von Molitor. Aufl. 2. Wien 1784. 8. B. I. S. 172.

gen kann. Auf diesem Brete stehen zwei Säulen, die mit einander parallel laufen, und oben verbunden sind. Diese tragen in ihrer Mitte die Axe der Glastafel, und an sie sind auch die Kissen befestigt. Der Leiter ist eine hohle Röhre von Messing, an deren Ende sich zwey Arme ausbreiten, welche bis nahe an das Glas reichen, und durch Spitzen am Ende die Elektricität einsammlen. Umständlicher beschreiben diese Maschine Schmidt [b]) und d'Inarre [c]).

Auch erdachten die Elektrisirer verschiedene Arten, die Elektricität zu erregen, und Methoden, sie zu verstärken. Canton [d]) rieb vorher die Röhren mit Seidenzeug, das vorher mit Leinöl getränkt worden war, und hatte durch eine lange Erfahrung bemerkt, daß es die stärkste Wirkung hervorbrachte; jedoch hatte er nicht gefunden, daß es auch beym Reiben der Kugeln von verhältnißmäßigem Nutzen war.

Bey einer andern Gelegenheit hatte Canton [e]) bemerkt, daß vermittelst dieses Reibzeuges ein massiver gläserner Cylinder, welcher so lange an das Feuer gehalten worden, bis er ganz trocken war, eben so leicht elektrisch gemacht werden konnte, als eine gläserne Röhre, so daß derselbe in jeder Absicht wie eine gläserne Röhre wirkte, und daß ihn sogar der erste Zug bereits stark elektrisch machte.

Die wichtigste Verbesserung aber, welche Canton [f]) zur Verstärkung der elektrischen Kraft entdeckte,

b) Beschreibung einer Elektrisirmaschine u. der. Gebrauch. Jena 1773. 4.

c) Von der Elektricität. Th. I. Frankf. 1784. 8. S. 23 f. Taf. IV.

d) Philosoph. Transact. Vol. XLVII. p. 239.

e) Ibid. Vol. XLVIII. P. II. p. 784.

f) Ibid. Vol. LII. P. II. p. 461.

te, war, daß er auf das Kissen der Kugel, oder auf das öligte Seidenzeug, womit die Röhe gerieben ward, etwas weniges von einem Amalgama aus Quecksilber und Zinn mit ein wenig gemeiner oder auch spanischer Kreide strich. Auf solche Art läßt sich eine Kugel oder Röhre zu einem sehr hohen Grade durch geringes Reiben elektrisch machen, vorzüglich, wenn man das Reibezeug, nach Erfordern der Umstände, entweder feuchter oder trockener hält.

Wilke versichert, daß, wenn man eine Glasröhre mit wollenem Zeuge, welches man vorher mit weißem Wachse oder Oele überstrichen hat, reibt, sie Flammen mit einem starken Geknister im Dunkeln von sich gebe. Dergleichen Flammen, sagt er, kamen seines Wissens niemals aus einer Kugel zum Vorschein, außer bisweilen, wenn sie zuerst gebraucht wurde.

Um diese Zeit erhielt die elektrische Geräthschaft durch die Entdeckung Peter Wendelin Ammersin's aus der Schweiz, eine ansehnliche Vermehrung, welcher in seinem zu Lucern im Jahre 1754 herausgegebenen lateinischen Werke zeigte, daß Holz, welches man bis zum Braun- oder Schwarzwerden gedörrt hat, ein Nichtleiter der Elektricität sey. Er räth an, das Holz in Leinöl zu sieden, oder dasselbe, nachdem es gedörrt worden, mit Firniß zu überziehen, um auf solche Art zu verhüten, daß sich keine Feuchtigkeit in dessen Zwischenräume wieder hineinziehe; und setzt hinzu, daß ein auf solche Art zubereitetes Holz stärkere Erscheinungen der Elektricität hervorzubringen scheine, als selbst Glas. Er bediente sich selbst gemeiner hölzerner Maaße, dergleichen man gemeiniglich in den Scheunen antrifft, welche er zuerst hatte

in

in Oel sieden und nachher einfassen lassen, so daß man sie vermittelst eines Rades herumdrehen konnte.

Auch bemerkt Wilson, daß sich Watson zur nöthigen Unterstützung eines langen Draths, bey einem unweit Shooter'shill in der Absicht angestellten Versuche, um die Geschwindigkeit der elektrischen Materie zu bestimmen, Pfähle von trockenem Holze bedient habe, die, wie er ihm erzählt hatte, im Ofen gedörrt worden waren, um zu verhüten, daß die elektrische Materie sich nicht in den Erdboden hinein ziehen möchte.

Eine noch andere Methode zur Erregung der Elektricität, als vermittelst im Ofen gedörrten Holzes, war diejenige, deren sich Beccaria [g]) bediente. Er legte nämlich ein trockenes und gewärmtes Katzenfell über seine gläserne Kugel, und erregte, indem er dieselbe mit seiner Hand rieb, eine sehr starke Elektricität.

Die älteste Methode, eine negative Elektricität zu erregen, war die vermittelst Schwefelkugeln. Le Roi verfertigte diese dadurch, daß er einen Ueberzug von Schwefel auf eine Glaskugel legte, und dieselbe alsdann mit einem heißen Eisen glättete; der Abt Nollet [h]) aber zog das Schmelzen des Schwefels an der inwendigen Seite der Glaskugel vor, und brach alsdann das Glas davon ab, weil diese Methode eine weit feinere Glätte verursachte. Er verfertigte eine Kugel aus einer Vermischung von Schwefel und zerstoßenem Glase; fand aber, daß dieselbe eben dergleichen Wirkung hatte, als wenn sie aus lauter Schwefel bestanden

g) Lettere dell' elettricismo. p. 58.

h) Lettres sur l'électricité. Vol. II. p. 121.

den hätte. Er sagt, daß, wenn ein Theil dieser Kugel durch Reiben elektrisch gemacht worden, die ganze Oberfläche elektrisch geworden sey.

Seitdem Canton die Entdeckung der negativen Elektricität des rauhen Glases gemacht hatte, bedienten sich einige Naturforscher gläserner Kugeln, welche sie mit Schmergel rauh gemacht hatten, und die gewöhnliche Methode, deren Glätte herunter zu bringen, war, daß sie dieselben rieben, während sie auf ihrer Axe herumgedreht wurden. Spengler aber, ein mathematischer Instrumentenmacher zu Kopenhagen, bemerkt in seinen Briefen über die Elektricität, daß Glaskugeln, welche man rauh macht, indem man den Stein oder Schmergel von einem Pole zum andern darüber hinweggehen läßt, eine weit stärkere Kraft besitzen; indem diese Methode, die Glätte des Glases wegzubringen, ihm eine größe Rauhigkeit in Ansehung des Reibzeuges ertheilt.

Priestley führt hingegen eine weit bessere und leichtere Methode, eine negative Elektricität hervorzubringen, als alle übrigen an. Sie besteht darin, daß man das Reibzeug einer glatten Kugel isolirt, und mit einem ersten isolirten Leiter in Verbindung setzt, da unterdessen der gemeine Leiter mit dem Fußboden verbunden ist.

Torbern Bergmann zu Upsal meldet, daß er sehr oft seine Glaskugeln, wenn sie nicht zu einem gehörigen Grade der Stärke elektrisch gemacht werden konnten, mit einer dünnen Schwefelkruste überzogen habe, und daß sie alsdann eine weit stärkere positive Elektricität als zuvor geäußert hätten.

Nol-

Nollet [i]) berichtet, daß die Naturforscher in Italien und an andern Orten einen Ueberzug von Pech oder andern harzigen Materien an die innere Seite der Glaskugeln anzubringen pflegten, welches dieselben allemal sehr kräftig machen soll.

Er beobachtete auch [k]), daß nicht alle Glasarten gleich gut zur Elektricität sind. Er giebt einige, aber nur sehr wenige an, die sich gar nicht elektrisiren lassen; ein solches ist dasjenige, woraus man zu St. Gobin in der Picardie die Spiegelgläser macht; er hatte es in Form der Röhren, der Kugeln und in platter Form zu allerley Zeit versucht; aber nur geringe Zeichen der Elektricität daraus erhalten können. Auch das Glas, woraus man Fenster macht, und dasjenige, was zu Trinkbechern dient, wenn es frisch verfertigt worden, ließ sich ebenfalls sehr schwer elektrisiren. Erst nach Verlauf vieler Monate und mannichmal ganzer Jahre konnte er dergleichen erst zum Elektrisiren gebrauchen.

Er hält es für sicher, daß das Glas durch die Gewalt des Reibens weit geschickter zu den elektrischen Versuchen werde; einige Kolben und Kugeln aus den kleinen französischen Glashütten, welche anfänglich eine sehr schwache Elektricität geäußert hatten, wurden endlich, nachdem sie etliche Monate in der Uebung gewesen, sehr gute Werkzeuge.

Ferner bemerkt er, daß man weder auf die Durchsichtigkeit, noch auf die Farbe des Glases sehen dürfe, wenn man den Grund von diesen Mannichfaltigkeiten angeben wolle, weil eben dasselbe Glas in der Folge der Zeit

i) Lettres sur l'électricité. Vol. II. p. 122.

k) Leçons de phys. exper. Vol. VI. p. 273 sqq.

Zeit die elektrische Kraft erlange, welche es anfänglich nicht hatte.

Nollet konnte nicht gewiß sagen, woran es liege, daß gewisses Glas durch Reiben zu elektrisiren und nicht zu elektrisiren ist; aber er muthmaßte, daß dieses hauptsächlich von seinem Grade der Härte und des Glühens herrühre. Auf diese Gedanken ward er dadurch gebracht, weil dasjenige von den französischen Manufakturen zu St. Gobin und zu Cherbourg, das unter allen Arten von Glas in Frankreich am härtesten, dichtesten und besten ausgeglüht ist, auch zu gleicher Zeit am schwersten zu elektrisiren war, da das Krystallglas von England und das von Böhmen u. s. w., welches viel zarter ist, das beste unter allen zu den elektrischen Versuchen war.

Auch bemühten sich die Naturforscher, die Elektrometer zu verbessern, und besondere Einrichtungen anzugeben. Die Herren le Roy und d'Arcy[1]) beschreiben eine Art, die Stärke des Zurückstoßens zu messen. In einem großen ganz mit Wasser angefülltem Gefäß (fig. 8.) ab schwimmt ein Glas cd, wie ein Aräometer geformt, dessen Stiel 12 Zoll lang und 1 Linie dick ist; es muß im natürlichen Zustande bald bis an den Boden des Gefäßes herabsinken. Das Gefäß ist mit der messingenen Scheibe h zugedeckt. Diese hat in der Mitte ein Loch, durch welches der Stiel v hindurchgeht. Damit der Stiel nicht umschlage, ist Quecksilber unten bey cd, auch sind Silberfäden über das Loch in der Scheibe h gespannt, zwischen welchen er auf- und absteigen kann. Oben

1) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1749.

Oben am Ende des Stiels ist ein messingenes Scheibchen l, von $14\frac{1}{6}$ Lin. Durchmesser. Wenn nun dieß alles isolirt und mit einem elektrisirten Leiter verbunden ist, so stößt die Scheibe h das nahe an ihr liegende Plättchen l ab, und erhebt dadurch das Aräometer. Kann man die Höhe messen, auf welche es erhoben wird, so läßt sich aus dem bekannten Gewichte desselben, und dem Verhältnisse des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abstoßens berechnen. Die Erfinder schlagen vor, ein mattgeschliffenes Glas mit Parallelinien bezogen gegen die Maschine zu stellen, vermittelst eines Lichts den Schatten des Gefäßes darauf fallen zu lassen, und so aus der Zahl der Parallellinien, durch welche der Schatten des Plättchens l steigt, auf das Steigen des Plättchens selbst zu schließen.

Ein anderes Elektrometer gab Lane [m]) an, um mittelst selbigem beständig Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten. Dieß Elektrometer ist unter dem Nahmen des Ausladeelektrometers bekannt und hat folgende verbesserte Einrichtung. An den Knopf (fig. 9.) f einer Leydner Flasche wird ein gläserner Stab fd angebracht, der in die messingene Haube d eingeküttet ist. Aus d geht ein starker Messingdrath senkrecht hervor, dessen Ende so hoch hinaufreicht, als der Mittelpunkt des Knopfes b steht, der noch über dem Knopfe f auf dem weiter hinaufreichenden Stabe der Flasche befestigt ist. Auf diesem Drathe ruht eine messingene Hülse, durch welche man das Stäbchen ce, welches an einem Ende den Knopf c, am andern den Ring e hat, vor- und rückwärts schieben kann, um den Knopf c in jede be-

lie-

m) Philos. Trans. Vol. LVII. p. 451.

liebige Entfernung von dem Knopfe b zu bringen. Man kann auch auf dem Stäbchen cc eine Eintheilung anbringen, um die Entfernung der Knöpfe b und c desto genauer abmessen zu können. Man setze, die Flasche sey so an den ersten Leiter der Maschine angesetzt, daß sie ihn mit dem Knopfe b berühre, der Knopf c stehe $\frac{1}{2}$ Zoll von b ab, und von c bis an die äußere Belegung der Flasche bey e sey eine leitende Verbindung gemacht. Wird nun unter diesen Umständen die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt, so ladet sich die Flasche. Sobald aber die Ladung so stark ist, daß sie durch die Entfernung bc schlagen kann, so erfolgt ihre Entladung. Fährt man immer fort, die Maschine zu drehen, so ladet sich die Flasche aufs neue, bis bey der vorigen Stärke der Ladung die Entladung wieder erfolgt u. s. w. So kann man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, die in die leitende Verbindung ce gebracht werden. Sollen die Schläge stärker werden, so entfernt man c weiter von b. Der Theil fd wird gewöhnlich mit Siegellack überzogen.

Sigaud de la Fond [n]) nimmt statt des Stäbchens cc eine kupferne Schraube, am Ende mit einer Platte, welche auf dem Maaßstabe die Entfernungen angiebt. Er beschreibt hiernächst noch eine andere Vorrichtung, wo eine belegte Glastafel durch eine vom Conduktor herabhangende Kette geladen wird, und Männerchen, mit den beyden Seiten der Tafel verbunden, Pistolen gegen einander abfeuern, wenn die Ladung den nöthigen Grad erreicht.

Einer

n) Précis des phénom. electr. sect. II. ch. 4.

Einer der größten Vorwürfe in der Lehre der Elektricität ist die richtige Bestimmung des Unterschiedes zwischen denjenigen Körpern, welche Leiter, und denjenigen, welche Nichtleiter der Elektricität sind. Ueber diesen wichtigen Gegenstand hat man bisher wenig zuverlässiges bestimmen können, und selbst in dieser ganzen Zeitperiode hat man nur einige wenige allgemeine Bemerkungen darüber machen können. Indessen zeigen auch schon diese, daß Substanzen, welche man als vollkommene Leiter oder Nichtleiter betrachtet hat, dieses nur in einem gewissen Grade sind. Die Versuche, welche hierauf führten, wurden von den beyden Herren Canton und Beccaria angestellt.

Daß Luft fähig sey, Elektricität durch Mittheilung anzunehmen, und, wenn sie dieselbe angenommen hat, zu behalten, war vor Canton's Zeiten noch von niemanden wahrgenommen worden. Dieser o) bewerkstelligte dieß aber durch ein Paar Kugeln, welche auf einer Drehbank aus dem trockenen Kerne eines Holunderbaums gemacht worden waren. Er legte selbige in ein kleines enges Kästchen mit einer Schieblade, welche dergestalt eingerichtet war, daß die Fäden in der Schachtel gerade der Länge nach lagen. Wenn er dieses Kästchen an dem Ende des Deckels hielt, so hiengen die Kugeln an einem Nagel inwendig frey. Wenn diese Kugeln in einer gehörigen Entfernung von Gebäuden, Bäumen u. s. f. aufgehängt wurden, so zeigten sie ohne Mühe die Elektricität der Atmosphäre an. Auch bestimmten sie, ob die Elektricität der Wolken oder der Luft positiv oder negativ wäre; positiv nämlich, wenn ihr Zurückstoßen bey der Annäherung

o) Philos. Trans. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

herung eines geriebenen Agtsteins oder Siegellacks schwächer, und negativ, wenn es stärker ward.

Vermittelst dieses Werkzeugs beobachtete Canton, daß es möglich war, die Luft eines Zimmers nahe an dem Geräthe, und sogar die Luft des ganzen Zimmers, in welchem sich dasselbe befand, zu einem beträchtlichen Grade zu elektrisiren, und zwar war er dieses sowohl positiv, als auch negativ, zu bewerkstelligen vermögend.

In einem am 6. Dec. 1753 der königl. Societät überreichten Aufsatze bemerkt er, daß die gemeine Luft eines Zimmers zu einem beträchtlichen Grade elektrisirt werden könne, so daß sie ihre Elektricität eine gewisse Zeitlang nicht fahren lasse. Nachdem er die Luft seines Zimmers vermittelst eines Feuers recht ausgetrocknet hatte, elektrisirte er eine blecherne Röhre mit einem an das eine Ende derselben angehängten Paar Kugeln zu einem hohen Grade, wobey sich zeigte, daß die benachbarte Luft ebenfalls elektrisch geworden war. Denn als er die Röhre mit seinem Finger oder andern Leitern berührt hatte, fuhren die Kugeln nichts desto weniger fort, einander zurückzustoßen, wiewohl in keiner so großen Entfernung, wie zuvor. Jedoch bemerkte er, daß ihr Zurückstoßen schwächer ward, je mehr man sie dem Boden oder einem andern Hausgeräthe näherte; und daß sie sich einander berührten, wenn man sie in einer kleinen Entfernung von einem Conduktor hielt. Er sah, daß etwas von dieser elektrischen Kraft noch eine Stunde nachher, als er die Röhre gerieben hatte, fortdauerte, wenn die Witterung sehr trocken war.

Um die Luft oder die in ihr enthaltenen Feuchtigkeiten negativ elektrisch zu machen, legte Canton zwischen zwey Stühlen, die er mit dem Rücken gegen einander, ungefähr 3 Fuß weit von einander, stellte, ein blechernes Rohr auf Seide, und steckte in das eine Ende derselben eine feine Nähnadel, und rieb Schwefel, Siegellack oder eine rauhe Glasröhre 3 oder 4 Minuten lang, an dem andern Ende des Rohrs so nahe als er konnte; alsdann ward die Luft negativ elektrisch, und sie blieb es eine gute Zeit lang, nachdem er das Geräth bereits in ein anderes Zimmer gebracht hatte.

In einem vom 11. Novemb. 1754 datirten Aufsatze bemerkt er, daß trockene Luft in einer großen Entfernung von der Erde, wenn sie in einem elektrischen Zustande ist, darin so lange verbleibe, bis sie einen solchen Conduktor antrifft. Dieß machte er durch folgenden Versuch wahrscheinlich. Eine geriebene Glasröhre, welche ihre natürliche Politur hat, wird, wenn sie in der Mitte eines Zimmers in die Höhe gerichtet und mit einem Ende in ein Loch eines Klotzes gesteckt wird, gemeiniglich in weniger als 5 Minuten ihre Elektricität verlieren, indem sie eine hinreichende Menge Feuchtigkeit anzieht, welche die elektrische Materie von allen Theilen ihrer Fläche nach den Boden leitet. Wenn sie hingegen sogleich, als sie gerieben worden, auf dieselbe Art an ein gutes Feuer gesetzt wird, wo sich keine Feuchtigkeit an ihre Fläche anhängen kann, so wird sie den ganzen Tag und wohl noch länger elektrisch bleiben.

Nach der Zeit kam Canton noch auf eine andere Methode, der Luft Elektricität mitzutheilen, welche Priestley in seiner Geschichte der Elektricität an-

anführt. Man soll nämlich eine geladene Phiole in die eine Hand nehmen, und ein brennendes Licht isolirt in die andere Hand, in ein Zimmer gehen, den Drath der Phiole ganz nahe an die Flamme des Lichts bringen, und denselben ohngefähr eine halbe Minute lang daran halten; hierauf soll man die Phiole und das Licht aus dem Zimmer wegbringen, mit den aus Hollundermark geschnittenen Kugeln, an einen Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehangen, hineinkommen, und sie mit ausgestrecktem Arme halten; die Kugeln würden sich sogleich von einander zurückzustoßen anfangen, und auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll weit von einander stehen, wenn man sie beynahe in die Mitte des Zimmers bringe.

Beccaria [p]), welcher von Canton's Bemühungen nichts wußte, machte dieselbe Entdeckung der Mittheilung der Elektricität der Luft, und veränderte den Versuch auf eine ausgebreitetere und vollständigere Art. Er bewieß, daß die nahe an einem elektrisirten Körper befindliche Luft nach und nach dieselbe Elektricität erhalte; daß diese Elektricität der Luft der Elektricität des Körpers entgegen wirke, und ihre Wirkungen schwäche; und daß, so wie die Luft die Elektricität erhalte, sie dieselbe auch langsam wieder fahren lasse.

Er fieng seine Versuche damit an, daß er Zwirnsfäden an eine elektrisirte Kette hieng, wobey er bemerkte, daß dieselben, nachdem er seine Kugel nur etliche Mal hatte herum drehen lassen, sehr stark aus einander fuhren. Nachher kamen sie wieder näher an eini

p) Lettere dell' elettricismo. p. 87.

einander, ungeachtet er die Kugel beym Umdrehen erhielt, und dieselbe so stark, als jemals, elektrisch geworden war.

Als er die Kette eine Zeitlang im elektrisirten Zustande erhalten hatte, und alsdann mit dem Reiben aufhörte, fielen die Fäden allmählig zusammen, bis sie parallel hiengen. Hierauf fiengen sie abermals an, aus einander zu fahren, ohne daß aufs neue elektrisirt worden war; und wenn die Luft still geworden war, hielt dieß zweyte Auseinanderfahren eine Stunde, oder länger, an.

Dieß Auseinanderfahren ward durch das Elektrisiren der Kette vermindert. Denn, wenn die Kugel wieder umgedreht wurde, wurden die Fäden anfänglich parallel, und fiengen alsdann abermals, wie vorher, aus einander zu fahren an. Folglich fand das zweyte Auseinanderfahren der Fäden alsdann statt, wenn die Kette ihre Elektricität verlohren hatte, und dasjenige, was die Luft erhalten hatte, sich zu zeigen anfieng.

Wenn er unterdessen, da die Fäden von der Elektricität der Luft aus einander zu fahren anfiengen, die Kette berührte, und dadurch dasjenige, was noch von der Elektricität bey ihr zurückgeblieben war, hinweg nahm; so stießen sich die Fäden noch weiter zurück. Mithin ward die Elektricität der Kette um so viel geringer, je mehr sich die Elektricität der Luft zeigte.

Während die Fäden zum zweyten male aus einander fuhren, hieng er zwey andere Fäden, welche kürzer als die ersten waren, vermittelst eines andern seidenen Fadens an die Kette, und bemerkte, daß dieselben, wenn alle Elektricität der Kette ganz und

gar

gar hinweg war, ebenfalls, wie die erstern, von einander fuhren. Wenn er andere Fäden an die erstern, bey ihrem zweyten Auseinanderfahren, brachte, so flohen sie insgesammt von einander.

Auf solche Art bewieß also Beccaria, daß die Luft wirklich Elektricität durch Mittheilung annehme, und nach und nach wieder verliere; und daß die Elektricität der Luft der Elektricität desjenigen Körpers, welcher ihr dieselbe zuführt, entgegen wirke.

Beccaria q) stellte noch andere Versuche an, welche zum Beweise anderer gegenseitigen Wirkungen der Luft und der elektrischen Materie in einander dienten, insbesondere einige, welche ihr gegenseitiges Zurückstoßen bewiesen, und daß die elektrische Materie, indem sie durch einen Theil der Luft hindurch gieng, auf eine Zeitlang einen luftleeren Raum bewirkte.

Er brachte die Enden zweyer Dräthe, in einer kleinen Entfernung von einander, in eine Glasröhre, woran das eine Ende verschlossen und das andere in Wasser hineingesenkt war, und bemerkte, daß das Wasser jedesmal in der Röhre fiel, so oft ein Funke von dem einen zum andern fuhr, indem die elektrische Materie die Luft zurückgetrieben hatte.

Er brachte den elektrischen Schlag unzählige mal in ein und derselben Luft, welche in eine Glasröhre eingeschlossen war, hervor, um zu erforschen, ob die Elasticität der Luft eine Veränderung dadurch erlitten hätte; er fand aber dergleichen nicht. Nach der Operation zerbrach er die Röhre unter dem Wasser, aber es kam niemals Luft heraus, noch hatte sich

q) Elettricismo artificiale e naturale. p. 110.

sich auch das Wasser mit Gewalt einen Weg in die Röhre gebahnt. Der Versuch war mit aller Vorsicht in Ansehung der Hitze und Kälte, welche die Natur der Sache nur erforderte, angestellt worden.

Des Herrn Beccaria r) Versuche mit dem Wasser, welche dessen Unvollkommenheit zu einem Leiter beweisen, sind noch merkwürdiger, als diejenigen, welche er mit der Luft vorgenommen hatte. Sie beweisen, daß das Wasser die Elektricität nach dem Verhältnisse seiner Quantität leite, und daß eine geringe Quantität Wasser dem Durchgange der elektrischen Materie einen sehr großen Widerstand leiste.

Er machte mit Wasser angefüllte Röhren zu einem Theil des elektrischen Kreises, und bemerkte, daß, wenn dieselben sehr klein waren, sie keinen Schlag hindurch ließen, sondern daß der Stoß stärker war, je weiter die dazu gebrauchten Röhren waren.

Das merkwürdigste bey des Herrn Beccaria Versuchen mit Wasser war dieß, daß er den elektrischen Funken in demselben sichtbar machte, ungeachtet es ein wirklicher Elektricitätsleiter war.

Er steckte Drathe, welche dicht an einander gebogen waren, in kleine mit Wasser angefüllte Röhrchen, ließ den elektrischen Funken hindurch gehen, und bemerkte, daß derselbe zwischen ihre Spitzen ganz sichtbar war, als wenn gar kein Wasser dazwischen gewesen wäre. Die Röhren zerplatzten dabey gemeiniglich, und die zerbrochenen Theile wurden weit hinweg geschleudert. Dieß ward augenscheinlich durch den Widerstand des Wassers, und dessen Unvermögenheit, sich comprimiren zu lassen, verursacht. Dieser Wider-

r) Elettricismo artificiale e naturale. p. 113.

derstand, durch welchen eine geringe Quantität Wasser durch das elektrische Fluidum zurückgestoßen wird, ist erstaunlich. Durch eine Ladung von 400 Quadratzoll zerbrach Beccaria eine Glasröhre, welche zwey Linien dick war. Die Stücke wurden 20 Fuß weit getrieben. Ja, er zersprengte mannichmal Röhren von acht bis zehn Linien in der Dicke, und die Stücke wurden nach Proportion weit weggetrieben.

Lullin [s]) versichert, noch weit stärkere Wirkungen hervorgebracht zu haben, wenn er den elektrischen Funken, anstatt in Wasser, in Oel sichtbar machte.

Beccaria [t]) fand, daß die Wirkung der elektrischen Funken auf das Wasser heftiger sey, als wenn ein Funke ordentlichen Feuers Schießpulver entzündet. Er glaubte, daß eine mit Wasser gefüllte Kanone schrecklichere Wirkung thun würde, als eine mit gewöhnlicher Ladung, wenn man eine schickliche Methode ausfindig machen könnte, dieses eben so leicht zu bewerkstelligen. Er lud wirklich eine Glasröhre mit Wasser, in welche er eine kleine Kugel steckte; diese fuhr mit einer solchen Gewalt heraus, daß sie sich in den Thon einwühlte, welchen er zu diesem Ende bey der Hand hatte.

Dieser Widerstand, welchen geringe Quantitäten Wasser der elektrischen Materie leisten, war seiner Meynung nach stärker, als der Widerstand, welchen die Luft derselben thut. Und dennoch hielt er es für möglich, daß in diesem Falle die elektrische Materie nicht auf das Wasser unmittelbar, sondern auf

s) Diss. phys. de electricitate. Genev. 1766. 8. p. 26.
t) Lettere dell' elettricismo. p. 74. sq.

auf die darin befindliche Luft wirkte. Denn wenn die Röhren nicht zerbrachen, so bemerkte er, daß sich eine Menge Luftbläschen durch die ganze Wassermasse hindurch loß machte, in die Höhe stieg, und sich mit der Atmosphäre vermischte.

Seiner Meynung nach wirkte auch die elektrische Materie auf die in allen Körpern eingeschlossene Luft, obgleich dieß durch keinen Versuch erweislich gemacht werden konnte.

Dagegen behauptete er, daß die Wirkung der elektrischen Materie die elastische Luft zu figiren suchte, durch Erregung einer schweflichten Materie, von welcher Hales zeigte, daß sie dergleichen Eigenschaft besäße.

Wenn ein Wassertropfen zwischen die Spitzen zweyer Dräthe gebracht und ein starker Schlag hindurch geführt ward, so sprizte das Wasser auf gleiche Weise inwendig in einer Glaskugel, worin sich dieselben insgemein befanden, aus einander. Auf eben die Art vermuthete er auch, daß die Wirkung der elektrischen Materie das Ausdünsten des Wassers beförderte.

Ließ er einen elektrischen Schlag durch eine Quantität Wasser gehen, welches auf eine platte Oberfläche hingegossen war, woselbst einige Theile des Umkreises mit Fleiß beynahe trocken gelassen waren, so wurden diese Theile weit eher völlig trocken, als sie es geworden wären, wenn kein Schlag hindurch gegangen wäre.

Aus demselben Grundsatze erklärt er das vorgegebene Zerspringen der Blutgefäße in kleinen durch den

den elektrischen Schlag getödteten Vögeln. Und wenn eine Muskel sich nach dem Schlage zusammenzieht, so rührt dieß seiner Meynung nach von der Ausdehnung der in den Muskelfasern enthaltenen Flüssigkeiten her, da indessen die elektrische Materie durch dieselben hindurchgeht.

Seiner Meynung nach leitet ein grünes Blatt einen elektrischen Schlag weit besser, als Wasser von gleicher Dicke. Ueberdieß fand er, daß sogar Metall kein vollkommener Leiter der Elektricität war, sondern dem Durchgange der Elektricität etwas widerstand. Er brachte dieß zur Gewißheit durch Abmessung der Zeit, da dieselbe bey ihrem Durchgange durch lange und kurze Drathe aufgehalten ward, der vorher angestellten Versuche ungeachtet, welche das Gegentheil zu beweisen schienen.

Er hieng einen Drath von 500 Paris. Fuß in einem großen Gebäude auf, und bemerkte vermittelst eines Pendels, welches halbe Sekunden schlug, daß leichte Körper, welche unter einer Kugel von Goldpapier an dem einen Ende angebracht wurden, sich nicht bewegten, bis wenigstens Eine Schwingung dieses Pendels erfolgt war, nachdem er den Drath einer Phiole an das andere Ende gehalten hatte.

Als er denselben Versuch mit einer hanfenen Schnur anstellte, konnte er sechs und mehrere Schwingungen zählen, ehe sich die Körper bewegten; nachdem er aber die Schnur naß gemacht hatte, kamen diese leichten Körper nach zwey oder drey Schwingungen in Bewegung. Indessen behauptet er nicht, daß die elektrische Materie bey ihrem Fortgange alle diese Zeit gebraucht habe, ehe sie die leichten Körper in

die

die Höhe heben konnte. Er glaubte aber, daß dieselbe sich weit geschwinder bewege, nach dem Verhältnisse als die Körper vorher mehr oder weniger von dieser Feuchtigkeit in sich hatten. In dieser Meynung ward er durch verschiedene Erscheinungen in der Atmosphäre bestärkt, besonders da er den Fortgang einer Quantität elektrischer Materie in der Luft sehr deutlich wahrnahm, so wie sie seinen Drachen zu treffen fortruckte.

Beccaria wiederholte auch die Versuche des Franklin, elektrische Atmosphären vermittelst des Rauchs von Colophonium, welches er zu dieser Absicht dem Harze vorzog, sichtbar zu machen. Hiebey bemerkte er verschiedene Umstände, welche Hrn. Franklin entgangen waren. Er machte den Colophonium auf Kohlen heiß, welche er in einem Löffel unter einem elektrisirten metallischen Würfel hielt, und bemerkte, daß, wenn ein Theil des Rauchs nach dem Würfel in die Höhe stieg, ein anderer den Stiel des Löffels bedeckte und sich nach seiner Hand zu ausbreitete. Der Rauch lag auf den flachen Theilen des Würfels höher, als auf den Ecken und Winkeln. Wenn man einen Funken aus dem Leiter zog, so kam der Rauch in eine heftige Bewegung, nahm aber alsobald seine vorige Stellung wieder an. Der Würfel mit seinem Dunstkreise gab stärkere und längere Funken, als ein Würfel, der mit keiner Atmosphäre umgeben war. Es ließ sich aus demselben vermittelst des Löffels ein stärkerer Funken, als vermittelst irgend eines andern Körpers, herausbringen.

Als er den Löffel isolirt hatte, bemerkte er, daß nur wenig Rauch sich nach dem Würfel hinzog, und daß derjenige Theil, welcher sich etwa demselben

näher-

näherte, von ihm nicht mehr Veränderungen erlitt, als von irgend einem andern Körper erfolgt wäre. Als er seinen Finger an den Löffel legte, stellten sich die vorigen Erscheinungen wieder ein. Nahm er denselben wieder hinweg, so zertheilte sich der Rauch wieder, welcher sich an den Würfel angesetzt hatte.

Ein gewisser Heinrich Eeles [u]) zu Lismore in Irland führt einen von ihm angestellten Versuch an, welcher seiner Meynung nach bewieß, daß Dampf und mancherley Ausdünstungen elektrisch wären. Sein Aufsatz, welcher diese Nachricht enthält, ward den 23. April 1755 der königl. Societät vorgelesen.

Er elektrisirte ein Stück von einer Pflaumfeder, welches an die Mitte einer langen seidenen Schnur aufgehängt war, und machte, daß allerhand Dampf und Rauch darunter hinweg und mitten hindurch gieng. Hier beobachtete er, daß dessen Elektricität nicht im mindesten vermindert war, als es seiner Meynung nach nothwendig hätte geschehen müssen, wenn der Dampf unelektrisch gewesen wäre, und mithin einen Theil der elektrischen Materie, womit die Pflaumfeder geladen war, mit hinweg genommen hätte. Er bemerkte, daß die Wirkung einerley war, es mochte die Pflaumfeder mit Glas, oder aber mit Wachs elektrisirt worden seyn, welches sich, wie er glaubte, nicht leicht erklären läßt.

Auf diesen Versuch antwortete D. Erasmus Darwin [x]), von Lichtfield, in einem an die königl. Societät abgelassenen und am 5. May 1757 vorgelesenen Schreiben, daß verschiedene elektrisirte Körper,

u) Philos. Trans. Vol. XLIX. P. I. p. 153.
x) Ibid. Vol. L. P. I. p. 252.

per, und insbesondere alle leichte, trockene, animalische und vegetabilische Substanzen, ihre Elektricität nicht leicht fahren lassen, wenn sie gleich eine beträchtliche Zeitlang mit Leitern berührt würden. Er berührte eine Feder, welche, so wie Eeles Pflaumfeder, elektrisirt worden war, neunmal mit seinem Finger, und fand sie noch immer elektrisch. Eine Korkkugel ward innerhalb 10 Sekunden siebenmal berührt, ehe sie erschöpft war.

Kinnersley [y]) von Philadelphia berichtet in einem im März 1761 erlassenen Schreiben seinem Freunde Franklin, welcher sich damals in England aufhielt, daß er nicht vermögend wäre, vermittelst des Dampfes von elektrisirtem siedenden Wasser irgend etwas elektrisch zu machen; woraus er schloß, daß der Dampf wenig elektrisch aufsteige und daß er vielmehr seinen Theil gewöhnlicher Elektricität zurück lasse.

Um die Wirkungen der Elektricität auf die Luft zu versuchen, erfand Kinnersley ein Instrument, welches er ein elektrisches Luftthermometer nennt. Es bestand in einer Glasröhre, welche ohngefähr 11 Zoll lang war und 1 Zoll im Durchmesser hatte, und die Luft darin verschlossen hielt; an dem einen Ende dieser Glasröhre gieng durch die messingene Platte, womit dieß Ende geschlossen war, ein an beyden Seiten offenes Röhrchen hindurch, und endigte sich in etwas Wasser auf dem Boden der Glasröhre. In diesem Apparat steckte er zwey Dräthe, wovon der eine von der messingenen Platte am obern Ende hernieder, und der andere von der messingenen Platte an dem untern Ende hinauf gieng, wodurch er einen

Krug

y) Philos. Trans. Vol. LIII. P. I. p. 84.

Krug entladen, oder einen elektrischen Funken hindurch gehen lassen, und zugleich die Ausdehnung der Luft in dem Gefäße an dem Aufsteigen des Wassers in dem Röhrchen wahrnehmen konnte. Mit diesem Instrumente stellte er folgende Versuche an, welche sich in einem am 12. März 1761 an Franklin abgelassenen Schreiben befinden.

Er stellte dieß Thermometer auf ein elektrisches Gestelle mit der um den Conduktor herumgelegten Kette, und hielt es eine geraume Zeit wohl elektrisirt. Allein dieß war von keiner sonderlichen Wirkung; woraus er schloß, daß die elektrische Materie, wenn sie in dem Stande der Ruhe sich befindet, nicht mehr Hitze besäße, als die Luft und andere Materien, worin sie sich aufhält.

Wenn die beyden Dräthe in dem Werkzeuge einander berührten, so brachte eine starke Ladung Elektricität, von ohngefähr 30 Quadratfuß belegter Glasfläche, gar keine Verdünnung der Luft hervor; woraus erhellte, daß die Dräthe von dem durch dieselben hindurch gehenden Feuer nicht erhitzt worden waren.

Waren die Dräthe ohngefähr 2 Zoll weit von einander, so verdünnte die Ladung von einer drey Pint haltenden Bouteille, indem sie von dem einen zum andern fuhr, die Luft sehr merklich; zum Beweise, daß die elektrische Materie, wie Kinnersley sagt, durch eine schnelle Bewegung, sowohl bey sich selbst, als auch in der Luft, Hitze hervorbringe.

Die Ladung eines Kruges, worin ohngefähr $5\frac{1}{2}$ Gallons giengen, verursachte, als sie von einem Drathe zum andern gieng, eine sehr starke Ausdehnung der Luft; und die Ladung seiner Batterie von 30

Quadratfuß belegten Glases hob das Wasser in dem kleinen Röhrchen ganz bis oben in die Höhe. Bey der Vereinigung der Luft senkte sich die Wassersäule, vermöge ihrer Schwere, augenblicklich nieder, bis sie im Gleichgewicht mit der verdünnten Luft war. Sie fiel alsdann wieder allmählig, so wie die Luft erkaltete, und nahm ihren vorigen Standpunkt wieder ein. Durch sorgfältiges Beobachten, in welcher Höhe das niedersinkende Wasser stehen blieb, konnte der Grad der Verdünnung, wie er versichert, erkannt werden, welcher bey starken Explosionen sehr beträchtlich war.

Hiebey ist zu bemerken, daß das erste schnelle Emporsteigen des Wassers in der Röhre bey einer hervorgebrachten Explosion nicht der Verdünnung der Luft durch Hitze, sondern der durch die Elektricität fortgetriebenen Quantität von Luft zuzuschreiben sey. Bloß alsdann, wenn dieß erste schnelle Emporsteigen nachgelassen hat, kann, wie Kinnersley bemerkt, der Grad der Verdünnung derselben durch die Hitze geschätzt werden; nämlich nach der Höhe, in welcher das Wasser alsdann über den gemeinen Wasserpaß hinaussteht.

Franklin hatte behauptet, daß Eis den elektrischen Schlag nicht ableite; und Bergmann [z]) zeigt in einem an Wilson abgelassenen und der königl. Societät am 20. Nov. 1760 vorgelesenen Sendschreiben, daß eine kleine Quantität Wasser eben so wenig den elektrischen Schlag ableite, als das Eis beym Franklin'schen Versuche gethan hatte, wobey sich derselbe eines Eiszapfens bedient zu haben scheint, welchen Bergmann zu dieser Absicht nicht für groß genug

z) Philos. Trans. Vol. LI. P. II. p. 908.

genug hielt. Er vermuthete daher, daß große Quantitäten Eis einen elektrischen Schlag eben so vollkommen, wie eine große Quantität Wasser, ableiten dürften.

Indessen scheint es, daß er nachher seine Meynung in Ansehung des Eises geändert habe: denn in einem folgenden Aufsatze, welcher am 18. März 1762 der königlichen Societät vorgelesen ward, sagt er bey Gelegenheit, da er bemerkt hatte, daß Schnee den elektrischen Schlag nicht ableite, daß er glaube, daß, wenn er sich Platten Eis von gehöriger Dicke verschaffen könnte, er dieselben auf eben die Art, wie Glas, zu laden vermögend seyn würde.

Cigna a) war von der Unfähigkeit des Eises, einen Elektricitätsleiter abzugeben, so sehr überzeugt, daß er sich desselben bey einem gewissen Versuche bediente, welcher zur Gewißheit zu bringen bestimmt war, ob elektrische Substanzen nach Franklin's Meynung mehr elektrische Materie, als andere Körper, enthielten. Er schloß eine Menge Eis in ein gläsernes Gefäß ein, und wenn er dasselbe durch Schmelzen an einem elektrischen Körper in einen unelektrischen verwandelt zu haben glaubte, so versuchte er, ob es elektrisch geworden war; allein ungeachtet er nicht den geringsten Anschein fand, daß dasselbe mehr Fluidum erhalten hätte, als es in seinem neuen Zustande billig haben mußte, so scheint er doch seine Meynung nicht aufgegeben zu haben.

Bey allen diesen Bemühungen zur Bestimmung der leitenden Kraft verschiedener Materien blieb doch noch manches unbestimmt und unzuverlässig. Und über-

a) Miscellanea Taurinens. 1765. p. 47.

überhaupt hatte man die Untersuchungen über die leitende Kraft der Substanzen bey weitem noch nicht mit gehöriger Vollständigkeit angestellt. Um also diesen wichtigen Gegenstand mehr aufzuhellen, entschloß sich Priestley[b]), deßwegen mit mehreren Materien Versuche anzustellen.

Da die Elektrisirer in ihrer Meynung von der Natur des Eises verschieden waren, indem einige dasselbe für einen Elektricitätsleiter, andere für einen Nichtleiter hielten, und sogar behaupteten, daß es sich, wie Glas laden ließe, so nahm Priestley, um die wahre Beschaffenheit dieser Sache zu entdekken, einen großen Eisschollen, wusch ihn recht rein, und schabte alle daran befindliche scharfe Ecken ab. Nachher isolirte er ihn, als er des Nachts wieder vollkommen gefroren war. Als er hierauf eine Feder über dessen Oberfläche hinweg gezogen hatte, fand er sie ganz trocken; er elektrisirte sie, und brachte aus allen ihren Theilen große Funken, welche nicht weniger, als einen Zoll lang waren. Ein Glasbecher ließ sich daran eben so gut, wie an dem ersten Leiter laden; auch entladete er den Glasbecher durch dieselbe hindurch, und längst ihrer Oberfläche an verschiedenen Orten, so daß er nicht weiter zweifelte, daß Eis beynahe ein eben so guter Elektricitätsleiter als Wasser sey. Um die Sache noch zu größerer Gewißheit zu bringen, setzte er einen geladenen Glasbecher auf das freye Feld, und entladete denselben vermittelst einer sehr langen Kette längst einer großen Oberfläche von Eis auf einem Teiche. Diese Oberfläche war ganz trocken, und der Frost hielt zugleich stark an. Da aber Eis kein so guter Leiter ist, wie Metall, wenn die

b) Geschichte der Elektricität. S. 402 ff. d. deuts. Uebers.

die mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundene Kette etwa 5 oder 6 Zoll vom Ringe des mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundenen Draths entfernt läge, so würde das Feuer nach der Kette längst der Oberfläche des Eises fahren, ohne sich hinein zu begeben. Daß Schnee kein so guter Leiter wie Eis sey, rührt nach Priestley's Meynung vermuthlich daher, weil dessen Theile nicht so dicht an einander liegen, wie im Eise.

Da Priestley ferner fand, daß die Elektrisirer in Ansehung der leitenden Kraft heißen Glases nicht völlig mit einander übereinstimmten, und die Methoden, deren man sich zum Beweise desselben bedient hatte, einigen Einwendungen unterworfen waren, so glaubte er durch folgenden Versuch diese Streitfrage auf eine vollständigere Art, als bisher geschehen war, zu entscheiden. Er nahm eine ohngefähr 4 Fuß lange Glasröhre, goß etwas Quecksilber hinein, und belegte ohngefähr 9 Zoll ihres untern Theils auswendig mit Zinnfolie; hiernächst ladete er dieselbe, riß alsdann die Zinnfolie sorgfältig herab, goß das Quecksilber heraus, ließ den geladenen Theil des Glases glühend heiß werden, und fand, als er den Ueberzug wieder darauf brachte, daß es entladen war.

Er wiederholte den Versuch zum zweytenmale mit gleichem Erfolge, so daß er im geringsten nicht zweifelte, daß Glas, wenn es glühend heiß geworden, für das elektrische Fluidum durchdringlich sey. Es hätte nicht von innen nach außen herumgehen können, ohne eine Oberfläche von 6 Fuß Glas zu durchlaufen, wovon der größte Theil sehr kalt, und alles zusammen überaus trocken war.

Daß die Ladung beym Ausgießen des Quecksilbers nicht verloren gegangen war, schloß er daher, weil er bey der Wiederholung des Versuchs, ohne dabey das Glas heiß zu machen, die Ladung nur sehr wenig geschwächt fand.

Als Priestley einige Zeit nachher mit Zubereitung einiges im Backofen gedörrten Holzes, um es zum Isoliren zu gebrauchen, beschäftigt war, fand er, daß es noch heiß aus dem Ofen gebraucht zu seinen Absichten gar nicht dienlich war. Die Elektricität verlohr sich dadurch in den Fußboden. Wenn er es aber in derselben Lage so lange stehen ließ, bis es kalt geworden war, so isolirte es recht gut.

Hierauf ließ er ein Stück im Ofen gedörrtes Holz, welches er vorher zum Isoliren gebraucht hatte, recht stark heiß werden; und als es so heiß war, daß er es kaum mit seiner Hand halten konnte, zog es aus dem Leiter einen dünnen Funken, ungefähr von der Länge eines Zolls; einen Glasbecher aber entladete es nicht auf einmal. Indessen that es dieß ohne Geräusch, fast eben so gut, wie feuchtes Holz.

Die Betrachtung der leitenden Kraft der Kohle, und die Art, wie dieselbe entsteht, indem man nämlich brennbare Substanzen an einem verschlossenen Orte und gemeiniglich ohne Flamme verbrennt, brachte Priestley'n zur Anstellung einiger Versuche über die leitende Kraft der Ausströmungen aus flammenden Körpern, eben zu der Zeit ihres Herausgehens; denn, sagt er, es mögen übrigens diese Ausströmungen bestehen, worin sie wollen, so scheinen sie einiger Maaßen die leitende Substanz zu enthalten. Eben diese Substanz, welche nicht anders, als in

Flam-

Flamme, nicht aber im Rauche verfliegen kann, macht in diesem Falle einen Körper zum Leiter; da hingegen, wenn man sie verfliegen läßt, die leitende Kraft dadurch geschwächt wird.

Man hatte bereits die leitende Kräft der Flamme eines Lichts beobachtet, sie aber nicht mit der leitenden Kraft anderer Körper verglichen. Einige hatten behauptet, daß es nichts anders, als die der benachbarten Luft mitgetheilte Hitze wäre. Die Versuche des Herrn Priestley scheinen dieser Meynung entgegen zu seyn, und dagegen die vorerwähnte zu bestätigen.

Als er eine kleine Phiole höchstens eine Sekunde lang, 2 oder 3 Zoll von der Flamme eines Lichts, theils über theils unter derselben, wo die Hitze nicht sehr beträchtlich war und fast gar keine Verdünnung der Luft statt fand, gehalten hatte, ward dieselbe gänzlich entladen. Der Erfolg war derselbe, er mochte sich der Flamme eines Wachslichts oder der Flamme von Weingeist bedienen. Als er dieselbe einer glühend gemachten Feuerschaufel näher hielt, ward sie fast nicht so geschwind entladen; und wenn er sie ganz nahe an ein Stück glühend gemachtes Glas hielt, ward sie gar nicht entladen, außer vermittelst einer Explosion, welche durch das heiße Glas verursacht worden zu seyn schien. Eben dergleichen Erscheinungen erfolgten, als er das Licht, die Feuerschaufel und das heiße Glas nahe an den ersten Leiter brachte. Auch fand er, daß vorgedachte kleine Phiole im Brennpunkte eines Hohlspiegels keinesweges zu entladen war.

Der oben erwähnte kleine Glasbecher aber ward bey diesen Versuchen in aller Stille entladen; und ungeachtet diese Versuche offenbar für die leitende Kraft der Ausströmungen, welche in der Flamme verfliegen, zu seyn schienen, so waren sie doch nicht völlig entscheidend. Nachher aber, als er eine elektrische Batterie angelegt hatte, wiederholte er die Versuche auf eine weit einleuchtendere und überzeugendere Art.

Er hielt die Flamme eines Lichts zwischen zwey messingene Knöpfe, wovon der eine mit dem Inwendigen und der andere mit dem Auswendigen der Batterie verbunden war, und bemerkte, daß, so wie sich die Flamme denselben näherte, sie in eine ungemein lebhafte zitternde Bewegung zu gerathen anfieng, auf beyden Seiten stark nach jedem Knopfe angezogen ward, und den Docht oben bloß ließ. Sobald die Flamme gänzlich zwischen beyden messingenen Dräthen war, ward die Batterie mit einem male $3\frac{1}{2}$ Zoll weit entladen.

Als er den leuchtenden Dacht eines so eben ausgelöschten Lichts den messingenen Dräthen nahe hielt, ward er ungemein lebhaft angefacht; und wenn er zwischen denselben gehalten ward, nachdem sie ungefähr einen Zoll weit von einander gebracht wurden, so erfolgte eine Entladung, und das Licht ward wieder angeblasen.

Um die leitende Kraft der Flamme mit der leitenden Kraft anderer Körper, welche mehr Hitze, aber weniger Ausströmungen haben, zu vergleichen, brachte er eine glühende Feuerschaufel zwischen beyde Ruthen; die Entladung der Batterie aber geschah nicht eher, als bis die Ruthen ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll einander

der genähert wurden, so daß die Explosion ohngefähr noch einmal so weit als gewöhnlich erfolgte, denjenigen Raum, welchen die Feuerschaufel einnahm, mit einbegriffen, da doch die Luft in der Nachbarschaft der Feuerschaufel über zehnmal heißer, als in der Nachbarschaft des Lichts war, in Ansehung der Entfernung, in welcher man sie von den Ruthen hielt. Auf beyden Seiten der glühenden Feuerschaufel zeigte sich ein unvollkommener Kreis, gleich denjenigen, welche sich auf jedem Knopfe einfanden.

Hierauf legte er ein Stück glühendes Glas dazwischen, welches zwar eine eben so starke Hitze, wie das Eisen, annimmt, aber weniger Ausströmungen von sich läßt; es bewirkte aber die Entladung nicht eher, als bis er die messingenen Dräthe einen Zoll an einander gebracht hatte; welches so nahe war, daß das Glas beyde fast berührte.

Bey vorgenommener Veränderung der Versuche, in Ansehung des Hinweggehens der elektrischen Explosion über die Oberflächen verschiedener Körper, entdeckte er von ohngefähr, was für ein überaus schlechter Leiter eine jede Art von Oel sey. Er glaubte daher, daß dasselbe vielmehr unter die Klasse elektrischer Substanzen zu bringen sey, ungeachtet er vorher der Meynung gewesen war, daß Oel, in Ansehung seiner leitenden Kraft, vom Wasser eben nicht verschieden wäre.

Er legte eine mit dem Auswendigen seiner Batterie communicirende Kette auf eine Schüssel mit geschmolzenem Talge, brachte einen mit dem Inwendigen verbundenen messingenen Drath daran, um die Entladung zu vermitteln, indem die Explosion über die Oberfläche des Talges, ohne sich hinein zu begeben, hinwegfuhr,

und beobachtete zu seinem Erstaunen, daß nicht nur die elektrische Materie die Oberfläche ergriff, sondern daß sich auch, ungeachtet dieselbe eine Talgsäule in einer Entfernung von ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll an sich zog, von der Ladung sehr wenig zerstreut hatte. Er wiederholte diesen Versuch mit gleichem Erfolge mit Baumöl, mit klarem Terpentinöl, und sogar mit Aether. Er brachte das In- und Auswendige der Batterie 10 Minuten lang in eine Verbindung mit einem Teller voll gemeinen Baumöls, ohne daß er wahrgenommen hätte, daß die Ladung mehr zerstreut worden wäre, als außer der Verbindung geschah. Bey dem Aether verwunderte er sich, daß er auf diese Art kein Feuer fieng.

Aus diesen Versuchen schloß er, daß Flüssigkeit zur leitenden Kraft im geringsten nichts beytrage. Um seine Versuche mit Oelen vollständig zu machen, füllte er Flaschen mit allerley Oelen, und fand sie insgesammt zur Hervorbringung eines Erschütterungsschlages unvermögend. Jedoch bemerkte er, daß diese Methode, die leitende Kraft der Substanzen zu probiren, da man dieselben in Flaschen einschließt und dadurch einen erschütternden Schlag hervorzubringen sucht, eben nicht sehr richtig sey, weil man dieselben dabey für bessere Leiter ansieht, als sie doch wirklich sind. Kleingestoßenes Glas, Schwefelblumen, und andere elektrische Substanzen, verursachten eine beträchtliche Erschütterung; eine Flasche hingegen, welche nichts als Luft enthielt, gab einen weit stärkern Schlag, als irgend eine derselben, ungeachtet der hineingesteckte Drath sehr stumpf war und in der Mitte der Flasche erhalten ward. Da diese Versuche offenbar zeigten, daß Oel bey weitem kein so

guter

guter Leiter sey, als Luft, so suchte er eine Oeltafel so zu laden, wie man eine Glastafel zu laden pflegt, und durchborte in dieser Absicht einen gläsernen Präsentirteller, vermittelst dessen er beyden Seiten einer gewissen Quantität hineingegossenen Oels einen Ueberzug von Zinnfolie gab; allein der Rand des Tellers war nicht groß genug, so viel zu fassen, daß es die erforderliche Dicke bekommen hätte; sonst zweifelte er nicht, daß man dadurch weit besser, als durch Luft, einen Erschütterungsschlag hätte hervorbringen können.

Alle salzige Substanzen, welche er in Untersuchung zog, zeigten sich überhaupt als ziemlich gute Leiter. Er versuchte die meisten derselben auf die Art, daß er die Entladung der Batterie durch dieselben, nachdem er sie isolirt hatte, vermittelte. Beym Entladen der Batterie mit einem Stücke Alaun war die Explosion von einem besondern Laute, gleich dem Gezische einer mit Pulver angefüllten Rakete, begleitet. Steinsalz leitete ziemlich, jedoch nicht völlig so gut, wie Alaun. Der dabey zum Vorschein gekommene elektrische Funke war besonders roth.

Salmiak übertraf beyde an leitender Kraft, gab aber nicht den geringsten merklichen Funken, so daß derselbe eine unendliche Menge der feinsten Spitzen auszumachen schien. Flüchtiger Salmiakgeist, den er bloß in einer Phiole probirte, gab eine geringe Erschütterung. Salpeter leitete nicht so gut, wie Salmiak. Da er die elektrische Explosion über dessen Oberfläche hinwegfahren ließ, ward er in eine Menge kleiner Stückchen nach allen Richtungen mit einer ziemlichen Gewalt zerstreut. Selenitisches Salz ließ zwar einen Erschütterungsschlag, aber sehr schwach, hindurch. Mit Vitriolsäure gesättigter Weinstein gab einen

einen geringen Schlag. Weißer Zucker schien eine Ausnahme zu machen.

Die metallischen Salze leiteten überhaupt besser, als andere Mittelsalze. Blauer und grüner Vitriol leiteten sehr gut, wiewohl sie keinen Erschütterungsschlag hindurch ließen.

Erze, mit welchen Priestley Versuche anstellte, zeigten eine ungemein verschiedene leitende Kraft. Die meisten leiteten nicht viel besser, als gemeine Steine.

Alle steinartige Substanzen leiteten, ob sie gleich trocken und warm waren, gut. Unter flüssigen Substanzen leitete Vitriolöl ziemlich gut; und höchst rectificirter Weingeist gab eine Erschütterung, die derjenigen, welche Wasser giebt, ziemlich nahe kam.

Endlich bemerkt Priestley noch, daß die von ihm angeführten Versuche meistentheils nur einzelne wären, worauf sich eben keine sichere Rechnung machen ließe.

Die wichtigsten Versuche und Entdeckungen, welche in diesem Zeitraume gemacht worden sind, beziehen sich auf die Bestimmung der positiven und negativen Elektricität und der sogenannten elektrischen Wirkungskreise.

Bis gegen das Jahr 1753 hatte man allgemein geglaubt, daß einerley Elektricität durch einerley elektrischen Körper hervorgebracht werde. Das Reiben des Glases hatte beständig eine positive, und das Reiben des Siegellacks u. s. allemal eine negative Elektricität erzeugt. Dieß hielt man für wesentliche und unveränderliche Eigenschaften dieser Substanzen, und daher

daher ward von einigen die eine die glashafte, und die andere die harzige Elektricität genannt; und negativ zu elektrisiren, oder eine harzige Elektricität vermittelst des Glases hervorzubringen, hielt man für eben so unmöglich, als ganz und gar durch Reiben des Kupfers oder Eisens zu elektrisiren. Canton bemerkte aber, daß es bloß von dem Reibzeuge und von der Oberfläche des Glases abhienge, ob es positiv oder negativ elektrisch gemacht werde. Auf welche Art Canton auf diese Entdeckung gekommen ist, hat er nicht angezeigt. Vor Mittheilung der Entdeckung selbst bemerkt er, daß Siegellack eine positive Elektricität besitze, womit dasselbe überzogen ist. Er machte eine Stange Siegellack, welche ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Fuß lang war und 1 Zoll im Durchmesser hatte, durch Reiben elektrisch, hielt dieselbe in der Mitte, und zog eine elektrisch gemachte Glasröhre einige mal über einen Theil derselben, ohne den andern zu berühren, hinweg. Der Erfolg davon war, daß die eine Hälfte, welche der Wirkung des elektrisch gemachten Glases ausgesetzt gewesen war, positiv, und die andere Hälfte negativ elektrisch geworden war; denn die erstere Hälfte vernichtete die zurückstoßende Kraft durch Glas elektrisirter Kugeln, da hingegen die andere Hälfte diese Kraft verstärkte [c]).

Die Versuche [d]), welche beweisen, daß die Erscheinungen der positiven und negativen Elektricität von der Fläche der elektrischen Körper und des Reibzeuges abhangen, wurden zu Ende des Decemb. 1753 angestellt.

Nach-

c) Philosoph. Transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

d) Ibid. P. II. p. 782.

Nachdem er eine Glasröhre mit einem Stück Bleyfolie und einer Masse aus Schmiergel und Wasser so lange gerieben hatte, bis sie gar nicht mehr durchsichtig war, und dieses vollkommen hatte trocknen lassen, so rieb er es mit neuem Flanell, und fand, daß es in allen Absichten genau so wirkte, wie geriebener Schwefel und Siegellack. Das elektrische Feuer schien aus der Spitze des Fingers zu fahren, und sich auf die Fläche der Röhre auf eine sehr schöne Art auszubreiten.

Wenn man aber die rauhe Röhre überall mit einem Talglichte beschmierte, und es so viel als möglich mit einem Tuche wieder abwischte, so nahm das mit Oel getränkte Seidenzeug eine Art von Politur an, indem man sie damit rieb, und nachdem es einige mal auf- und niedergezogen worden war, verursachte es, daß die Röhre eben so wirkte wie vorhin, da sie mit Flanell gerieben ward.

Die öligte Seide, wenn sie mit gemeiner oder spanischer Kreide bestrichen worden war, machte, daß die mit Talg beschmierte rauhe Röhre wieder eben so wirkte, wie eine polirte; wenn aber das Reiben so lange fortgesetzt ward, bis das Zeug, womit man rieb, sehr glatt geworden war, so ward die elektrische Kraft wieder so, wie sie beym Schwefel, Siegellack u. s. war.

Auf solche Art, sagt er, kann man die elektrische Kraft, sowohl die positive als negative, nach Belieben hervorbringen, wenn man die Flächen der Röhre und des Zeuges, womit man reibt, verändert; nachdem die eine oder die andere durch das Reiben zwischen beyden am meisten angegriffen wird. Denn

wenn

wenn von einer Hälfte der Röhre die Politur weggenommen wird, so kann man, wenn man das Reibzeug einmal hinunter zieht, beyde elektrische Kräfte erregen; und das Zeug läßt sich leichter über die rauhen Theile ziehen, als über die glatten.

Daß polirtes Glas positiv, und unebenes mit Flanell geriebenes negativ elektrisirt sey, scheint auch schon daraus zu erhellen, weil zwischen dem Knöchel oder der Spitze des Fingers und beyderley Röhren ein Licht erscheint. Es kann aber dieses, wie Canton glaubt, noch mehr dadurch bestätigt werden, daß ein glattes Glasrohr, wenn es mit glattem in Oel getränktem Seidenzeuge erhitzt wird, bey jedem Zuge, wenn man die Hand wenigstens 3 Zoll hoch über dem Reibzeuge hält, aus einander fahrende Pinsel von elektrischem Feuer in großer Anzahl auswirft; doch hatte er dergleichen nie an geriebenem Schwefel, Siegellack u. s. gesehen, auch hatte er durch das bloße Reiben dieser Körper nie eine merkliche Veränderung in der Luft eines Zimmers erregen können. Die Glasröhre hingegen, wenn sie so gerieben ward, daß sie Pinsel auswarf, machte in einigen Minuten die Luft so stark elektrisch, daß, wenn die Röhre hinweggebracht war, ein Paar Kugeln, ohngefähr so groß, wie die kleinsten Erbsen, aus Kork oder aus Hollundermark geschnitten und an einem Drathe an Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehängt, sich auf $1\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander abstießen, wenn sie mit ausgestrecktem Arme mitten im Zimmer gehalten wurden.

Nach diesen Versuchen des Herrn Canton stellte Wilson *) verschiedene Versuche an, welche über die-

*) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 331.

diesen Gegenstand mehr Licht verbreiteten. Er zog hieraus den Schluß, daß, wenn zwey elektrische Körper an einander gerieben werden, derjenige, dessen Substanz am härtesten und dessen elektrische Kraft am stärksten ist, allemal mehr, und der weichste und schwächste weniger elektrisch werde.

Als er den Tourmalin und Agtstein an einander rieb, brachte er an beyden Seiten des erstern eine stärkere, und an dem letztern eine geringere Elektricität hervor; rieb er hingegen den Tourmalin und Diamant an einander, so wurden beyde Seiten des Tourmalins weniger, und der Diamant mehr elektrisch.

Diese Versuche, welche seiner Meynung nach diesen Satz völlig bestätigten, munterten ihn auf, zu versuchen, welche Wirkung das Reiben oder das Treiben der Luft nach verschiedenen elektrischen Körpern haben würde, und er fand diese Wirkung sehr beträchtlich. Zu diesen Versuchen gebrauchte er bloß einen gemeinen Blasebalg, und er stellte den ersten Versuch mit dem Tourmalin an. Er brachte denselben nahe vor die Röhre des Blasebalges, und fand, daß, nachdem er ohngefähr 20 mal dagegen geblasen hatte, derselbe auf beyden Seiten mehr elektrisch geworden war. Die Luft schien daher nicht so stark elektrisch zu seyn, als der Tourmalin.

An die Stelle des Tourmalins brachte er eine Glasscheibe, und ließ das Gebläse eben so oft, wie bey dem vorigen Versuche, dagegen gehen, untersuchte hierauf beyde Seiten, und fand, daß sie ebenfalls mehr, jedoch nicht so stark wie der Tourmalin, elektrisch geworden waren.

Agt-

Agtstein auf gleiche Art behandelt ward nicht so stark, als das Glas, elektrisch.

Hierauf versuchte er dasselbe mit einem Schmiede-Blasebalge. Der Unterschied, welchen dieser verursachte, bestand bloß in einer weit stärkern Elektricität des Tourmalins.

Da er seine vorzüglichste Aufmerksamkeit auf die Zwischenmaterie, welche diese Körper umgiebt, gerichtet hatte, so überlegte er, ob die Hitze dieselbe auf den Flächen der Lufttheilchen verdünne, und ob auf solche Art die Luft, deren Widerstand vermindert worden, das elektrische Fluidum weit leichter von sich lasse, und folglich weit stärker mache.

Er ließ die Blasebalgröhre glühend heiß machen, und blies bloß 12mal, mithin 8mal weniger, als bey den vorigen Versuchen mit kalter Luft, gegen den Tourmalin. Bey diesem Versuche ward der Tourmalin auf beyden Seiten mehr elektrisch, und weit stärker, als bey den vorigen Versuchen. Die heiße Luft hatte dieselbe Wirkung auf Glas, jedoch elektrisirte sie dasselbe nicht so stark, wie den Tourmalin; und Agtstein, ungeachtet derselbe, so wie die andern Körper durch dieselbe Behandlung, eine Verstärkung der Kraft erhielt, ward am allerschwächsten elektrisch.

Daß die Luft, wenn sie heiß war, weit stärker elektrisch machte, als wenn sie kalt war, und daß der Tourmalin elektrischer ward, als das Glas, und Glas elektrischer als Agtstein; dieses scheint, sagt Wilson, einen Beweis abzugeben, daß die ganze Atmosphäre, vermöge der Abwechselungen von Wärme und Kälte, einen beständigen Zufluß des elektrischen Flui-

dums befördere, imgleichen, daß die Luft nicht nur weniger elektrisch als der Tourmalin, sondern auch weniger als Glas, oder sogar Agtstein sey.

In einem andern am 13. Nov. 1660 der königl. Societät vorgelesenen Aufsatze erzählt Wilson [f]) einige Versuche, welche, wie er behauptet, zeigen, daß eine mehrere Elektricität vermittelst einer wenigern hervorgebracht werden könne.

Nachdem er die inwendige Seite einer großen Leydenschen Flasche vermittelst eines von einer elektrisch gemachten Glaskugel ableitenden Draths mehr elektrisch gemacht hatte, setzte er dieselbe auf ein Gestell von präparirtem Holze, nahm alsdann den ableitenden Drath hinweg, und verschloß die Oeffnung der Flasche mit einem gläsernen Stöpsel. Hierauf brachte er das spitzige Ende eines elfenbeinernen Leiters der Mitte der Flasche gegenüber, und ungefähr 2 Zoll weit davon. Indem dieses geschah, wurden die Kugeln weniger elektrisch, und zwar um so viel schwächer, je näher der elfenbeinerne Leiter in einer horizontalen Richtung an die Flasche gebracht ward.

Ward hingegen das Elfenbein weiter zurück gerückt, so minderte sich die wenigere Elektricität, und in einer gewissen Entfernung war keine Spur mehr davon zu finden; wenn die Entfernung ohngefähr bis 18 Zoll von der Flasche vergrößert ward, so kam eine mehrere Elektricität zum Vorschein, welche auch sogar alsdann noch statt fand, wenn der elfenbeinerne Leiter ganz und gar hinweggenommen war.

Vermittelst eines im Backofen gedörrten hölzernen Cylinders machte er die an dem elfenbeinernen Leiter hangenden Kugeln, in einer Entfernung von 4 Fuß und

f) Philos. Transact. Vol. LI. P. II. p. 899.

und darüber, elektrisch, indem er den Cylinder über die Mitte des elfenbeinernen Leiters hielt, und dieses eine Zeitlang fortsetzte. Wenn er denselben näher brachte, wurden sie weit weniger elektrisch; derselbe Cylinder aber, als er ihn auf 2 oder 3 Fuß weit, oder noch weiter, wieder zurückbrachte, machte die Kugeln mehr elektrisch.

Wenn er sich eines andern Leiters von Metall ohne Ecken oder Spitzen anstatt des elfenbeinernen, und ohne daß das geringste daran hieng, bediente, und denselben Cylinder über dem Metalle hielt, so ward mehr Elektricität hervorgebracht; und so wie der Cylinder näher gebracht ward, ward dieselbe schwächer; wenn aber die Entfernung auf ohngefähr 1 Fuß vermindert ward, so stellte sich die wenigere Elektricität wieder ein. In diesen Fällen glaubte Wilson, daß das erscheinende Mehrere von der Erde, Luft, oder andern benachbarten Körpern herrührte.

Als die vorgedachten Versuche zuerst angestellt wurden, ward er durch die ungewissen Erscheinungen einer mehreren Elektricität zu einer Zeit, und einer wenigern zu einer andern Zeit, bey ein und eben demselben Versuche, in Verlegenheit gesetzt; bey wiederholten Versuchen und Beobachtungen aber fand er, daß eine mehrere oder wenigere Elektricität nach Belieben hervorgebracht werden könne, wenn man nur auf die drey folgenden Umstände genau Acht hätte, nämlich auf die Form der Körper, auf ihre plötzliche oder allmählige Hinwegziehung, und auf die Grade des Elektrisirens.

Nach diesem thut Wilson einiger andern Umstände, wobey es auf eine große Sorgfalt ankam, Er-

wähnung, wo die geringsten und fast unmerklichsten Verschiedenheiten in Ansehung der Stellung, oder der Art und Weise des Reibens zweyer Körper, bey einem derselben zu einer Zeit mehr und zu einer andern Zeit weniger Elektricität hervorbringen. Eine solche Bewandtniß, sagt er, hat es mit den Wirkungen dieser subtilen und wirksamen Flüssigkeit, wenn die Versuche mit Sorgfalt angestellt werden; und eben daher erfordern sie die genaueste Aufmerksamkeit bey Aussuchung der Ursachen, welche dieselben veranlassen.

Siegellack und Silber waren diejenigen Körper, deren er sich bey den zwey ersten Versuchen bediente; allein verschiedene andere Substanzen schienen eben so tauglich dazu zu seyn. Das Lack war englisches, rein, und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in diesen Umständen hatte es sich einige Stunden befunden. Das Silber war an ein Stück präparirtes Holz befestigt, welches eben so lange ungerieben blieb. Alsdann nahm er eine dieser Substanzen in jede Hand, jedoch so, daß das an dem Ende des Holzes befindliche Silber die Hand nicht berührte. Er legte die oberste Seite des Silbers auf den Lack, und führte es gelinde und mit einem ganz sanften Drucke einmal längs desselben äußern Fläche hin, worauf sich das Silber mehr, und das Lack weniger elektrisirt befand.

Als er den Versuch eben so sorgfältig und auf dieselbe Art wiederholte, nur mit dem Unterschiede, daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, und folglich der Rand desselben gegen das Lack drückte, so ward das Silber, nachdem es wie zuvor bewegt worden war, weniger, und

das

das Lack mehr elektrisirt, welches gerade das Gegentheil von demjenigen war, was vorhin erfolgte.

Bediente er sich statt des Lacks präparirten Holzes, und brachte er verschiedene Grade des Drucks beym Reiben an ein und eben derselben Ecke des Silbers an, so nahm er gleiche Erscheinungen wahr, indem der geringste Druck eine mehrere, und der stärkste eine wenigere Erscheinung bey dem Silber verursachte.

Bey einem platten Stücke wohl polirten Stahls, woran die Ecken abgerundet waren, äußerten sich dieselben Erscheinungen.

Aus diesen Versuchen schloß Wilson, daß wir nach Belieben eine mehrere oder wenigere Elektricität aus ein und eben denselben Körpern hervorzubringen im Stande wären, wenn wir die Art und Weise ihrer Anbringung und ihres Reibens darnach einrichteten.

Torbern Bergmann[s]) hat verschiedene Versuche mit Seidenbändern angestellt, welche die Lehre der positiven und negativen Elektricität mehr aufzuhellen dienen sollten. Um die Art der Elektricität auszumachen, brauchte er zwey runde Stücken glattes Goldpapier ohngefähr 2 Decimalzoll im Durchmesser. Am Rande ward ein kleines Loch gemacht, wodurch ein einfacher, ungedrehter und 1 Fuß langer seidener Faden hindurch gesteckt und fest gebunden wird. Diese werden frey aufgehängt. Das eine wird positiv mit einer polirten Glasröhre, das andere negativ mit einer Schwefelstange elektrisirt.

Hier

s) Abhandl. der schwed. Akadem. der Wissensch. B. XXV. S. 344. der Uebers.

Hiernächst wurde ein seidenes Band in einen Rahmen gespannt, und mit beyden Händen hielt er ein anderes Band straff. Wenn er nun über die ganze Länge dieses letzten Bandes einen Theil des in den Rahmen gespannten hinweg zog, so bemerkte er, daß, wenn beyde Seidenbänder von einerley Gewebe, Farbe, Fläche und in allen übrigen Stücken einander gleich waren, das in seiner Hand befindliche Band eine positive, und das in den Rahmen gespannte eine negative Elektricität erhielt. Zog er aber einen Theil desjenigen Bandes, welches er in seiner Hand hielt, über die ganze Länge des andern hinweg, so waren die Wirkungen umgekehrt.

War das Band in seiner Hand von einer andern Farbe, als das in dem Rahmen, (nur daß es nicht schwarz war), so war der Erfolg derselbe.

War das in seiner Hand befindliche Band schwarz, so ward es allemal negativ elektrisch, es mochte in die Länge oder Quere gerieben werden; außer wenn das in dem Rahmen auch schwarz war; denn alsdann ward es, wenn es der Länge nach gerieben ward, positiv elektrisch.

Beym Versuche einer Erklärung dieser Wirkungen bemerkte er, daß dasjenige Band, welches am meisten gerieben worden, glätter und wärmer war, als das andere; und er glaubte, daß, obgleich die Glätte die Körper geschickt mache, durch Reiben eine positive Elektricität anzunehmen, doch andere Umstände ebenfalls dabey in Betrachtung zu ziehen wären, indem er gefunden hatte, wenn er ein Seidenband, welches durch vieles Reiben sehr glatt geworden war, über einen Theil eines andern Bandes, welches rauh und

und noch ungebraucht war, hinweg zog, daß das rauhe Band nichts desto weniger positiv elektrisch ward. Aus diesem Versuche schloß er, daß die Wirkung gewisser Maaßen von der Farbe herrühre. Nachdem er so nachdachte, ward er auf folgende Versuche geleitet.

Wenn das Band, welches er in seiner Hand hielt, gegen das Feuer gehalten oder mit dem Platteisen wohl durchhitzt war, so fand er das freye Band, ungeachtet es über einen Theil des Bandes im Rahmen hinweggezogen ward, dennoch negativ, und das Band im Rahmen positiv elektrisch. Diese Versuche stellte er mit gleichem Erfolge mit Seidenbändern von mancherley Farbe, als blauen, grünen, rothen, weißen u. s. an.

Wenn das ausgespannte Band im Rahmen schwarz war, so ward dasselbe nie positiv, wenn gleich das Band in seiner Hand sehr durchhitzt gewesen war, außer, wenn auch das reibende schwarz war. Mannichmal, sagt er, gelingt es auch von ungefähr, ihm einen solchen Grad der Wärme zu geben, wodurch des Reibens gewöhnliche Wirkung, die elektrische Kraft zu erregen, ausbleibt, und eine Art Gleichgewicht entsteht. Wärme man beyde Bänder in gleichem Grade, so entstehe derselbe Erfolg, als wenn es nicht geschähe.

Bergmann glaubte, daß aus diesen Versuchen unläugbar folge, daß die Wärme zu einem negativen Zustande geschickt mache, ja wirklich oft verursache, daß der Körper, welcher sonst positiv gewesen wäre, negativ werde. Daher, meint er, ließen sich Begebenheiten erklären, welche sonst sehr schwer zu

begreifen wären. Wir fänden täglich, daß, wenn die Elektrisirkugel warm sey, sie keine so starke Kraft von sich gebe, als zuvor. Denn wenn die Kugel, welche beym Reiben positiv werde, einen gewissen Grad Wärme mehr bekomme, als der reibende Körper, so werde sie dadurch zu einem negativen Zustande mehr geschickt gemacht, der Unterschied zwischen dem geriebenen und reibenden Körper werde geringer, und so müsse die Kraft geschwächt werden.

Werde der Unterschied zwischen den Körpern vermehrt, so müsse nach dem entgegengesetzten Satze die Kraft zunehmen. Dieses werde unter andern durch einen besondern Versuch bestärkt, daß Glasröhren mit gewächstem wollenen Zeuge gerieben stärkere Elektricität gäben, als wenn man Wolle allein brauche. Beym Reiben werde die Wolle positiv und das Wachs negativ, mithin entstehe aus gewächster Wolle ein Körper, der mehr zum negativen Zustande geneigt sey, als die Wolle allein, und folglich sey der Unterschied zwischen Glas und gewächster Wolle größer, als zwischen Glas und Wolle.

Die Wärme, fährt er fort, sey wirklich ein Umstand, welchen die Elektrisirer bisher zu wenig in Betrachtung gezogen hätten, und er glaube, daß der Mangel der Aufmerksamkeit auf diesen Umstand Irrungen in dem Erfolge einiger Versuche, vornämlich der mit dem Isländischen Krystalle, verursacht haben möchte.

Um sich größere Gewißheit in Ansehung der beyden Arten der Elektricitäten zu verschaffen, hat Bergmann h) nachher mehrere Versuche, besonders mit an ein-

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVII. S. 132. d. d. Uebers.

einander geriebenen Glasscheiben gemacht. Bey allen Körpern, sagt er, findet sich der Erfahrung gemäß eine gewisse Ordnung; wenn sie in derselben Paarweise an einander gerieben werden, und sonst alle übrige Umstände gleich sind, so wird der eine allemal positiv, und der andere negativ. Dieses habe ohne Zweifel seinen hinreichenden Grund in dem eigenen Baue und der Beschaffenheit der Körper. Man setze: A, B, C, D, E u. s. sollen alle bekannte Körper in solchen Stellen bedeuten, daß jeder, an welchen man will, von den vorhergehenden gerieben, negativ, aber an welchen man will der folgenden gerieben, positiv werde, so nennt er dieses Verhalten ihre gewöhnliche Ordnung.

Um nun hiebey etwas bestimmtes auszumachen, und keine überaus verwickelte Untersuchungen anstellen zu dürfen, bemerkt er, daß man vor allen Dingen gleichartige Körper untersuchen müsse. Es war eine bekannte Sache, daß sich durch Aneinanderreiben solcher Körper Elektricität erregen lasse, und daß sie fast allemal in dem einen positiv und in dem andern negativ wird; aber warum einer vor dem andern in einen dieser Zustände versetzt wird, oder warum er nach einiger Zeit durch neues Reiben mit demselben Körper in den entgegengesetzten Zustand kommt, war bisher von Niemand nachgewiesen. **Bergmann** glaubt, daß es ihm geglückt sey, hier etwas in Ansehung des glatten Glases in Ordnung gebracht zu haben. Zu seinen Versuchen hatte er ein Paar Glasscheiben gebraucht, die von einem Stücke geschnitten waren. Die größten, die er gebraucht hat, waren von Spiegelglas 1 geometrische Linie dick gewesen, 84 Linien lang und 18 breit. Die eine Scheibe nennt er A, die andere B. Ein Paar, die er viel

 ge=

gebraucht hatte, waren 70 Linien lang, 13 breit und $\frac{1}{2}$ dick. Die eine untere bezeichnet er mit a, die andere mit b, und der Kürze wegen nennt er die Seiten der beyden ersten A, A', B, B', der leztern a, a', b, b'.

Die Gläser müssen, bemerkt er noch, ehe man den Versuch mit ihnen anstellt, recht rein, trocken, gleich warm seyn, und sonst von keinem Körper, als der Luft, die sie umgiebt, gerieben werden, in welchem Zustande sie sich wenigstens ein Paar Stunden zuvor befinden müssen. Auch muß das Zimmer gar nicht feucht seyn. Das Reiben muß bedachtsam geschehen, ohne stark zu drücken, oder an den Kanten zu scharren.

Wenn A quer über von B gerieben ward, so erhielt die geriebene Stelle auf A die positive und B auf beyden Seiten die negative Elektricität. Ward A quer über von B' gerieben, so ward jenes + und dieses —; eben dies erfolgte, wenn A' von B quer über gerieben ward. Rieb er A' gegen B', so ward das erste + und das lezte —. B gegen A gerieben machte B + und A —, gerade dem ersten Versuche entgegen; B gegen A' gerieben ertheilte B + und A' —; auch ward B' +, wenn B' gegen A und gegen A' gerieben ward, beyde aber A und A' erhielten —.

Aus diesen Versuchen folgerte nun Bergmann: 1. daß es keinen Unterschied gebe, welche Seite des Glases man brauche, wenn sonst alles einerley sey; 2. daß die Hauptursache der gefundenen Unterschiede auf der Art zu Reiben beruhen müsse. Seiner Meynung nach liegt der wahre Ursprung des positiven Zustandes in diesen Fällen in der durch Reiben vermehrten Wärme, welches ihm folgende Versuche zeigten.

Ward

Ward nämlich A von B, das wohl gewärmt war, quer über gerieben, so fand sich A — und B +, den vier vorerwähnten ersten Versuchen zuwider; ward aber B quer über von A, welches wohl erwärmt war, gerieben, so ward nun B — und A +, den vier vorerwähnten letzten Versuchen zuwider.

Also bleibt es, sagt Bergmann, ausgemacht, wenn alles andere gleich ist, daß hier größere Wärme dasjenige, was von den geriebenen Gläsern positiv werden soll, negativ macht. Dieses sehe bey dem ersten Anblicke desto wunderbarer aus, da es demjenigen widerstreite, was dieselbe Ursache bey seidenen Bändern bewirke. Den Grund hievon müsse man ohne Zweifel in dieser Körper ungleichen Beschaffenheit und Zusammensetzung suchen, denn die elektrische Materie müsse wohl in beyden einerley seyn. Daß die Wärme einer der Hauptumstände bey Erregung der Elektricität sey, werde von allen Erfahrungen bestätigt, ob man gleich bisher wenig Achtung darauf gegeben habe.

Zu finden, ob und was für einen Unterschied die Länge der an einander geriebenen Gläser mache, schnitt er b mitten durch, und rieb es alsdenn quer über a; aber der Erfolg war, wie bey allen vorhergehenden Versuchen, das geriebene + und das reibende —. Ueberhaupt machte die Größe keine Aenderung.

Was die Dicke des Glases betrifft, so fand er, daß, wenn alles übrige gleich bleibt, das dickere Glas allemal positiv werde. Hieraus könne man aber doch nicht schließen, daß allemal ein dünneres gegen ein dickeres — werde.

Noch

Noch mehr, meynt er, thue die Farbe bey der Sache. Er hat dreyerley Arten versucht: lichtgraues, 4 Gran dick, purpurfarbenes, ohngefähr eben so dick, und dunkelgrünes, 2 Gran dicker als eines der vorigen, folglich 1 Gran dicker als a oder b.

Die gefärbten Gläser fand er, der Wärme ungeachtet, allemal gegen alle ungefärbte Scheiben negativ; das blaue ward gegen das grüne gerieben stark positiv, das Grüne negativ, ob es gleich 2 Gran dicker war.

Um zu erforschen, wie weit die Beschaffenheit der ungeriebenen Seiten des Glases im Stande wäre, den Erfolg zu ändern, schliff er eine Seite einer b völlig gleichen und von eben dem Stücke abgeschnittenen Scheibe matt. Wenn die glatte Seite mit andern Glase gerieben wurde, so war der Erfolg völlig mit allen vorhergehenden Versuchen einerley, doch im matt geschliffenen Glase sehr schwach, und obgleich glatte Gläser bey dergleichen Gelegenheiten auf beyden Seiten einerley Elektricitäten erhielten, so zeigte doch hier die Seite, die ihre glatte Oberfläche verloren hatte, kaum einige Spuren davon, sondern es zog sowohl die positiven als negativen Probestreifchen; wofern nicht durch Wärme die Elektricität stark ward, da denn beyde Seiten deutlich einerley Wirkung zeigten.

Wenn die ungeriebene Seite eines Glases genau mit Spiegelfolie belegt ward, so machte dies in dem gewöhnlichen Erfolge keine andere Veränderung, als daß die Kraft in dem belegten Glase sehr schwach ward, wenn die Belegung einen Zusammenhang mit leitenden Körpern hatte.

Außer den bisher angeführten Elektrisirern haben vorzüglich noch Wilke und Aepinus Versu-

che

che angestellt, welche sich auf die positive und negative Elektricität beziehen.

Wilke [1]) führt verschiedene artige Versuche, die Entstehung der von ihm so genannten freywilligen Elektricität betreffend, an, dergleichen durch das Schmelzen elektrischer Substanzen hervorgebracht wird, welche in Vergleichung mit Canton's Versuchen die Lehre von der positiven und negativen Elektricität in ein helles Licht setzen.

Er schmolz Schwefel in einem irdenen Geschirre, welches er auf Leiter stellte; nachdem er dieselben hatte kalt werden lassen, nahm er den Schwefel heraus, und fand ihn stark elektrisch; eine ganz andere Beschaffenheit hatte er, wenn er ihn auf elektrische Substanzen zum Abkühlen hingestellt hatte.

Er schmolz Schwefel in gläsernen Gefäßen, wodurch alle beyde eine starke Elektricität unter vorerwähnten Umständen erhielten, sie mochten nun auf elektrischen Körpern gestanden haben oder nicht; jedoch in dem ersten Falle eine weit stärkere, als in dem letztern; und zwar bekamen sie eine noch stärkere Kraft, wenn das gläserne Gefäß, worin derselbe geschüttet worden, mit Metall überzogen war. In diesen Fällen war das Glas allemal positiv, und der Schwefel negativ elektrisch. Besonders merkwürdig war es, daß der Schwefel keine Elektricität eher erhielt, als bis er zu erkalten anfieng, und daß dieselbe in dem Zustande des stärksten Einschrumpfens am stärksten war, da im Gegentheil die Elektricität des Glases zu derselben Zeit am schwächsten war; und daß sie dann am allerstärksten war, wenn der Schwefel her-

[1]) De electricitatibus contrariis. Rost. 1757. 4.

herausgeschüttet ward, ehe er einzuschrumpfen anfieng und eine negative Elektricität erhielt.

Bey Fortsetzung dieser Versuche fand er, daß geschmolzenes Lack, welches in Glas gegossen worden, eine negative Elektricität erhielt; wenn es aber in Schwefel gegossen ward, so bekam es eine positive Elektricität, und ließ den Schwefel negativ elektrisch. Schwefel, welcher in Holz, das im Backofen gedörrt war, gegossen ward, wurde negativ, und das Holz positiv; Schwefel aber, welcher in Schwefel, oder in rauhes Glas gegossen ward, erhielt ganz und gar keine Elektricität.

Versuche, welche diesen gleichförmig waren, wurden auch von Aepinus k) angestellt. Er goß geschmolzenen Schwefel in metallene Becher, und bemerkte, daß, wenn der Schwefel erkaltet war, der Becher und Schwefel bey einander keine Zeichen der Elektricität äußerten, so bald sie aber von einander gesondert wurden, sehr starke Merkmale derselben blikken ließen. Die Elektricität verschwand allemal, wenn der Schwefel wieder in den Becher gethan ward, und sie zeigte sich wieder, wenn er wieder herausgenommen ward. Der Becher hatte eine negative, und der Schwefel eine positive Elektricität erhalten. War aber die Elektricität von einem derselben, indem sie von einander gesondert wurden, hinweggenommen worden, so äußerten sie beyde, nachdem sie wieder mit einander vereinigt wurden, Zeichen derjenigen Elektricität, welche nicht weggenommen worden war. Diese Elektricität befand sich, wie er bemerkt, bloß auf der Oberfläche des Schwefels.

Auch Wilke gab von verschiedenen Versuchen Bericht, welche er über das Reiben mancherley Substan-

k) Tentamen theoriae electricitatis. Petrop. 1760. 4.

stanzen anstellte, und welche über denselben Gegenstand ein nicht weniger helles Licht verbreiten.

Schwefel und Glas an einander gerieben brachten eine starke Elektricität hervor, welche in dem Glase positiv, in dem Schwefel negativ war.

Als Schwefel und Lack an einander gerieben wurden, ward das Lack positiv, und der Schwefel negativ.

Holz mit Tuch gerieben ward allemal negativ.

Holz mit glattem Glase gerieben ward allemal positiv; und dieses war der einzige Fall, in welchem es positiv ward; wenn es hingegen mit Bley gerieben wurde, ward es negativ, und das Metall positiv. Bley schien daher kein so guter Leiter zu seyn, als die andern Metalle.

Nach diesen Versuchen theilt Wilke folgendes Verzeichniß der vornehmsten Substanzen, womit elektrische Versuche angestellt worden, in derjenigen Ordnung mit, in welcher sie stehen, wenn sie eine positive oder negative Elektricität erhalten sollen; von welchen Substanzen einige positiv elektrisch werden, wenn man sie mit einer in dem Verzeichnisse darauf folgenden reibt, und negativ, wenn man sie mit einer vorhergehenden reibt.

Glattes Glas
Wollen Tuch
Federspulen
Holz
Papier
Siegellack
Weißes Wachs
Rauhes Glas
Bley
Schwefel
Andere Metalle.

Bey allen zur Bestimmung der Ordnung dieser Substanzen angestellten Versuchen, sagt Wilke, muß eine genaue Sorgfalt beobachtet werden, um die ursprüng-

sprüngliche Elektricität von der mitgetheilten, oder von der Folge des Reibens zu unterscheiden.

Er versichert, daß glattes Glas in allen Fällen positiv sey, und folgert daraus, daß es das elektrische Fluidum am meisten unter allen Substanzen anziehe. Priestley in seiner Geschichte der Elektricität führt aber an, Canton habe ihm berichtet, gefunden zu haben, daß das glätteste Glas eine negative Elektricität erhalte, wenn es über einen Katzenrücken hinweggezogen wird.

Da Wilke[1]) diese Stelle im Priestley gelesen hatte, so veranlaßte sie ihm, die Ursachen dieses Unterschiedes genauer zu untersuchen, und auf die merkwürdigen Abwechselungen acht zu geben, die er selbst zu wiederholten Malen bey der Elektricität des Glases wahrgenommen hatte, wenn es am Haare gerieben wird. Die Resultate seiner Versuche sind folgende:

1. alle todte Haare von Menschen und Thieren, wie man auch das Glas reibt, lassen das Glas allemal positiv. Je älter und trockener diese Haare sind, desto stärker wird diese Elektricität. Eine Glasröhre, 1 Zoll im Durchmesser, der Länge nach mit 10 Jahr alten Kopfhaaren gerieben, hat der ganzen Länge nach platzende und flatternde Funken gegeben, die man auch erhielt, als man quer über sie mit einer Quaste von alten Pferdehaaren peitschte, wobey die Haare stark negativ wurden, und sich wie ein Busch aus einander gaben, welches eine sehr gute Art ist, eine Röhre zu elektrisiren.

2. Le=

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXI. S. 317. d. d. Uebers.

2. Lebende Haare hingegen, die noch am Körper sitzen, oder nur kürzlich abgeschnitten sind, lassen das Glas positiv oder negativ, nachdem man das Reiben damit verrichtet. Wird das Haar seiner Länge nach gerieben, als wenn man mit der Glasröhre vom Kopfe frey herabhangendes Haar, oder eine Katze oder einen Hund längst dem Rücken streicht, oder mit einer Quaste von eben abgeschnittenen Haaren, an das Ende eines Stöckchens gebunden, quer über das Glasrohr peitscht, so wird das Glas allemal negativ und bisweilen recht stark. Reibt man wieder das Haar quer über seine Länge, als wenn man Haare mit einer Zange um das Glas legt, das Haar der Quere mit dem Glase reißt, oder das Glas vor- und rückwärts quer über des Thieres Rücken zieht, so wird das Glas allemal positiv. Also wird das Glas nie negativ, als wenn lebende Haare ihrer Länge nach gerieben werden.

Wilke bemerkt hiebey, wie man die Unterschiede dieser Versuche leicht erkläre, so könne man auch, vermöge Bergmanns Versuche mit Seidenbande und Glasscheiben, alle Umstände ganz wohl vereinigen, und daraus folgendes schließen: a. Lebende Haare sind in Absicht auf die elektrische Kraft dem besten Glase am genauesten gleich; b. die Abwechselung der Elektricität bey unähnlichen Arten zu reiben beruht auf stärkerm oder schwächerm Reiben, und dem daher entstehenden Unterschiede der Wärme, welche das Haar und das Glas bekommen, denn das Glas wird mehr als das Haar gerieben, und alsdann negativ, wenn jeder Theil desselben über des Haares ganze Länge läuft, aber wenn die Glasröhre quer über das Haar streicht, so wird das Glas weniger

als das Haar gerieben. Weil aber diese Abwechselung der Elektricität bey todten Thieren nicht statt findet, welche das Glas allemal negativ machen, so zeigt sich dadurch c. die Merkwürdigkeit, daß lebende Haare etwas haben, was sie mit der Zeit verlieren, und was die bey ihnen erwähnte Gleichheit mit dem Glase verursacht. Wilke muthmaßt, es sey nichts anders, als die natürliche Fettigkeit, die sich bey lebenden Haaren findet und mit der Zeit bey todten verschwindet. Denn

3. als er eine kleine Quaste frischer trockener Kopfhaare an ein Stöckchen gebunden hatte, und damit die Glasröhre peitschte, welche stark negativ ward, fand er ihre reine spiegelnde Oberfläche mit ein wenig Fettigkeit überzogen, die abgetrocknet ward. Er legte das Haar nebst dem Glase auf einen warmen Ofen, und fand, daß es nach 14 Tagen das Glas weniger negativ machte, wie auch dessen Oberfläche vom Haare weniger matt oder fettig ward. Nachgehends ließ sich keine Elektricität damit erregen. Aber nachdem 5 Wochen verlaufen waren, fieng das Haar an, das Glas positiv zu machen, welches immer mehr und mehr zunahm. Nun blieb die Glasfläche völlig rein, und ließ sich damit ferner keine negative Kraft erregen. Er bestrich diese Haare mit ein wenig Talg, peitschte das Glas, und es ward wieder negativ. Nachdem aber der Talg durch Auslaugen und Abseifen weggeschaft war, gaben die Haare nur positive Elektricität von sich, zum Beweise, daß eine Fettigkeit bey den lebenden Haaren diesen Unterschied verursachen kann, welches zu neuen Untersuchungen leitet, wenn man nicht annehmen will, die Fettigkeit des Haares vermindere nur das Reiben,

wel-

welches dadurch stärker am Glase als am Haare werde, und so alle Erscheinungen mit einander vereinige.

4. Der Unterschied zwischen den Wirkungen lebender und alter todter Haare veranlaßte die Muthmaßung, die letztern, quer über lebende gestrichen, die man der Länge nach rieb, würden eine merkliche Elektricität geben. Zu dieser Absicht ließ er eine Person mit langen Haaren auf einen Tritt mit gläsernen Füßen treten und den Kopf neigen, strich alsdann mit einer trockenen und etwas steifen Bürste schnell über das frey hangende Haar, welches sich theils aufrichtete, theils gegen Gesicht und Körper zog, und die ganze Person, nachdem sie sich einige mal mit den Armen die Elektricität gesammelt hatte, ward elektrisch, so daß sich aus ihrem Leibe merkliche Funken herausziehen ließen, und die gewöhnlichsten Versuche mit Ladungen kleiner Gläser von ihr ohne Beschwerde bewerkstelligen ließen. Diese Elektricität ist bey allen, mit welchen der Versuch gemacht wurde, positiv befunden worden; wenn er hingegen selbst mit der Bürste auf dem Tritte stand, und demjenigen, der sich auf dem Boden befand, über das Haar strich, so ward seine Elektricität negativ.

5. Alle übrige Körper, als trockenes Holz, Federn, Papier, Lack, Schwefel und Metalle, mit lebenden oder todten Haaren gerieben oder gepeitscht, erhalten dadurch negative Elektricität. Sie ist besonders bey Lack, Schwefel und Metallen sehr lebhaft.

Als einen Anhang führt er noch folgenden Versuch an, welcher zeigt, daß geschmolzene Metalle auf Glas gegossen die elektrische Kraft eben so erregen, wie es bekannter Maaßen mit Siegellack, Harz,

Schwefel, geschieht. Zu dieser Absicht hatte er sich einen kleinen Haken von Eisendrath in eine erwärmte gläserne Schaale gesetzt, und um ihn einen Kuchen von Bley, Zink oder Zinn gegossen, so groß als einen Reichsthaler, diesen erkalten lassen, und das Metall mit einem seidenen Faden erhoben. Wenn der Versuch gelingt, so folgt das Glas mit und hängt am Metalle, welches frey in trockener Luft hängt. So lange die Körper beysammen befindlich sind, bemerkt man nicht die geringste Elektricität, sobald aber das Glas durch sein eigenes Gewicht oder durch einen Schlag mit einer trockenen gläsernen Stange abfällt, so zeigen Metall und Glas, beyde eine lebhafte sprützelnde Elektricität, die beym Metalle negativ, beym Glase positiv ist. Wird sie negativ, so verschwinden beyde, abgesondert aber behalten sie solche lange. Eine einzige Berührung nimmt sie gleichwohl beym Metalle gänzlich weg, welches aber aufs Glas gelegt und da angerührt sie wieder gewinnt. Zuletzt fügt er folgende Fragen hinzu. Ist nicht diese Elektricität vielleicht so natürlich beym Metalle als beym Glase? Rührt sie vom Glase allein her, so scheint es, als ließe sich des Glases Elektricität durch bloße Wärme erregen. Oder entsteht sie von einem Reiben beym Ausschütten, wie beym Barometer? oder durch die genaue Vereinigung und die Ausschließung der Luft, die nachher plötzlich zwischen die Körper eindringt? Beruht nicht vielleicht auch ein großer Theil Adhäsionen in der Natur auf dergleichen Elektricität?

Aepinus preßte zwey Stücke Spiegelglas, jedes von einigen Quadratzollen, dicht an einander, und bemerkte, daß, wenn sie von einander gesondert wur-

wurden und man sie mit keinem Leiter in Verbindung brachte, jedes eine starke Elektricität, und zwar das eine eine positive und das andere eine negative Elektricität erhielt. Wenn sie wiederum an einander gebracht wurden, verschwand die Elektricität von beyden; alsdann aber nicht, wenn das eine oder andere derselben seiner Elektricität beraubt worden war, da sie sich abgesondert von einander befanden. Eben dergleichen Versuch, sagt er, kann man auch mit Glas und Schwefel, oder mit andern elektrischen Körpern, oder mit irgend einem elektrischen Körper und einem Stück Metall, vornehmen.

Durch die bisher angeführten Versuche schienen die Elektrisirer hinreichend bewiesen zu haben, daß die Hervorbringung einer von beyden Elektricitäten von der Fläche des elektrisch gemachten Körpers in Ansehung des Reibzeuges abhange. Dagegen stellte Herr de la Val s eine andere Theorie über die beyden Gattungen der Elektricität auf, welche sich auf eine alte Lehrmeynung von den verschiedenen Kräften, die gänzlich von den mancherley Substanzen abhangen, bezog, und gerieth dadurch mit Canton in einen Streit. Bey dieser Gelegenheit wurden einige neue Versuche vorgenommen und manche neue Umstände entdeckt, welche angeführt zu werden verdienen.

De la Vals bemerkte, daß es bloß zwey chemische Grundstoffe der Körper gebe, nämlich Erde und Schwefel, deren jeder eine verschiedene Art von Elektricität besitze, wovon die eine eine mehrere, die andere eine wenigere Elektricität genannt werden könne, und glaubte, daß in einem aus beyden Arten zusammengesetzten Körper die entgegengesetzten Kräf-

te dieser Bestandtheile einander das Gleichgewicht zu halten und eine die Wirkung der andern aufzuheben vermögend seyen; und daß daher Körper, in welchen die positiven und negativen Kräfte einander gleich sind, keine Elektricität zeigen werden. Für dergleichen Substanzen hielt er das Metall, welches aus Kalk und Schwefel besteht; denn Metalle ließen sich ohne einen zur Verjagung allen ihren Schwefels hinlänglichen Grad von Hitze nicht verkalken, welches daraus erhelle, weil sie sich ohne Beymischung irgend einer fettigen Substanz zu ihrer vorigen metallischen Gestalt nicht wieder reduciren ließen. Eben dergleichen Vertreibung des Schwefels, sagt er, muß auch bey thierischen und vegetabilischen Stoffen, ehe diese zu weißer Asche werden, statt finden. Durchsichtige Steine betrachtete er als bloße Erde, worunter sich nicht das geringste Oel befindet, indem er nach der chemischen Auflösung des Krystalls die andern beurtheilte.

Zur Bestätigung dieser Theorie machte de la Val Versuche mit trockenen Pulvern calcinirter Metalle, als Bleyweiß, Bleyasche, Mennige, Spießglaskalk u. d. gl., that sie in lange Glasröhren, und suchte ihre elektrische Kraft durch dieselben hindurch zu bringen, fand es aber allemal unmöglich. Thierische und vegetabilische Stoffe, wenn sie zu Asche verbrannt wurden, so wie auch der Rost der Metalle, ließen ebenfalls keine Elektricität hindurch.

Auf diese Versuche und Lehrmeynung ward er dadurch zuerst gebracht, da er beobachtete, daß trockene Modererde keine Elektricität leiten wollte. Dasselbe versuchte er auch mit dürrem Portlandischen Stein, welchen er zum Theil in Platten, die so dünn wie Fen-

Fensterscheiben waren, hatte schneiden lassen. Diese machte er bis zu einem gehörigen Grade heiß, und überzog sie auf beyden Seiten mit Metall, um die leydenschen Versuche damit anzustellen. War der Stein so heiß, daß er Papier sengte, so leitete er eben so gut, als wenn er kalt war; sobald er sich aber ein wenig abgekühlt hatte, fieng er an, gar nicht mehr zu leiten, und verursachte nur schwache Erschütterungen, welche ohngefähr 10 Minuten lang an Stärke nach und nach zunahmen, da er sich alsdann in seinem vollkommensten Zustande befand, und beynahe ¼ Stunde also verblieb. Nach Verlauf dieser Zeit wurden, je kühler der Stein ward, die Erschütterungen allmählig schwächer, bis sie zuletzt ganz und gar aufhörten, und der Stein seine Fähigkeit zu leiten wieder erhielt; jedoch stellte sich dieser Zustand, noch ehe der Stein ganz kalt geworden war, wieder ein.

Dergleichen Versuche giengen mit allen solchen Körpern, welche einen Ueberfluß an Kalk oder Erde hatten, von statten, z. B. Steine, Erde, trockner Thon, Holz, welches verfault oder im Feuer so lange gebrannt war, bis die Oberfläche schwarz geworden. Unter andern Substanzen nahm er eine gemeine Tobakspfeife, deren mittlern Theil er bis zu einem gehörigen Grad heiß machte, und alsdann das Ende derselben einer elektrischen Stange näherte, unterdessen daß das andere in der Hand gehalten ward; wo er dann bemerkte, daß das elektrische Fluidum längst der Pfeife nicht weiter, als bis an den erhitzten Theil gieng.

Aus diesen Versuchen folgerte de la Val, daß Steine und andere erdigte Substanzen sich durch verschiedene Methoden, und besonders durch verschie-

dene Grade von Hitze, aus unelektrischen Körpern in elektrische verwandeln ließen. Als er aber nachher fand, daß einige der Meynung waren, daß diese Verwandlung nicht unmittelbar, sondern bloß als eine Folge von der Hitze herrührte, indem sie die Feuchtigkeit zum Verdunsten brächte, welche nachher, wenn die Substanz erkaltet ist, sich wieder damit verbindet; so machte er in einem der königl. Societät am 17. Dec. 1761 vorgelesenen Aufsatze bekannt, daß er wahrgenommen habe, die Tobakspfeife sey ihrer Elektricität beraubt worden, noch ehe sie kalt geworden sey, und mithin, ehe sie so viel Feuchtigkeit wieder habe einziehen können, daß ihre Elektricität aufgehoben werden konnte; überdieß sey die Substanz, deren er sich zu dem Versuche bedient habe, gar nicht von der Art Körper gewesen, welche die Feuchtigkeit aus der Luft geschwind an sich zu ziehen geschickt sind.

Zur Erklärung der Versuche des Herrn de la Val's nahm Canton in einem am 4. Febr. 1762 der königl. Societät vorgelesenen Aufsatze an, daß keine Tobakspfeife, Holz u. d. gl. wenn sie kalt sind, vermöge der in diesem Zustande in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, leiten; daß sie, sobald ihre Feuchtigkeit durch die Hitze verdunstet ist, zu Nichtleitern werden, und daß, wenn sie recht heiß gemacht werden, die heiße Luft auf oder nahe an ihren Flächen leite, und die Körper sodann wieder als Leiter erscheinen. Daß heiße Luft ein Leiter der Elektricität sey, kann, wie er behauptet, dadurch leicht erweislich gemacht werden, wenn man einen glühend gemachten eisernen Stab, jedoch nur auf einen Augenblick, innerhalb 3 oder 4 Zoll von einem kleinen elektrisch gemachten Körper hält, wo man alsdann wahrnimmt, daß dessen elek-

trische Kraft beynahe, wo nicht gänzlich vernichtet wird: ingleichen, wenn man ein elektrisch gemachtes Stück Bernstein 1 Zoll weit von der Flamme eines Lichts hält, wo alsdann dasselbe seine Elektricität verliert, noch ehe es einen merklichen Grad von Hitze angenommen hat.

Zur Bestätigung des Gesagten führt er an, bemerkt zu haben, daß der Tourmalin, Brasilianische Topas und Brasilianische Smaragd, wenn sie kalt geworden, nachdem sie ohngefähr 1 Minute lang 2 Zoll weit von einem beynahe rings umher angebrachten Feuer, wobey die Luft ein Leiter ist, gehalten worden, weit stärkere Zeichen der Elektricität von sich gegeben haben, als nachdem sie in kochendem Wasser heiß gemacht waren. Jmgleichen, daß, wenn beyden Seiten dieser Steine eine gleiche Hitze in einem so geringen Grade, als er die umgebende Luft zu einem Leiter macht, beygebracht worden, die Elektricität einer jeden Seite, sie sey nun entweder eine mehrere oder wenigere gewesen, die ganze Zeit über, da man den Stein sowohl heiß als auch kalt werden ließ, also verblieben, beym Erhitzen aber zugenommen und beym Erkalten abgenommen; da hingegen, wenn die Hitze so stark gewesen, daß sie die umgebende Luft geschickt gemacht hat, das elektrische Fluidum von der positiven Seite des Steins nach der negativen Seite desselben zu leiten, unterdessen daß er heiß gemacht worden, die Elektricität einer jeden Seite während dem Abkühlen des Steins zugenommen, während dem Erhitzen desselben hingegen abgenommen habe.

Was die Tobakspfeife betrifft, so sagt Canton, daß dieselbe die Feuchtigkeit der Luft nicht nur an sich ziehe, sondern auch ganz und gar in sich

schlucke; daher auch eine Tobakspfeife, nachdem sie kalt zu werden anfängt, wieder weit geschwinder zum Leiter wird, als Holz. Und daß dieselbe die Feuchtigkeit weit schneller in sich ziehe, als Holz, erhellt daraus, weil, wenn sie naß gemacht worden, sie nicht so lange feucht bleibt, als Holz, indem sich die Feuchtigkeit sogleich hineinzieht.

Daß eine Tobakspfeife nicht durch einen besondern Grad von Hitze, ohne Hinwegdunsten ihrer Feuchtigkeit, zu einem Leiter werde, beweißt er durch folgende Versuche:

Wenn man 3 oder 4 Zoll eines Endes von einer über 1 Fuß langen Tobakspfeife glühend macht, jedoch so, daß das andere Ende nicht merklich heiß wird; so wird diese Pfeife zu einem wahren Leiter vermittelst der den einen Theil derselben umgebenden heißen Luft und der in dem andern befindlichen Feuchtigkeit, obgleich ein gewisser Theil davon den Grad der Hitze eines Nichtleiters haben muß. Hat man aber die ganze Pfeife glühend gemacht, und läßt sie so lange kalt werden, bis sie bloß obenhin Feuchtigkeit genug hat, sie zu einem guten Leiter zu machen, und erhitzt abermals 3 oder 4 Zoll des einen Endes, so wird sie zu einem Nichtleiter.

Legt man einen Nagel an oder nahe an jedes Ende eines länglichten dichten Stücks eines der angeführten Körper, welcher Feuchtigkeit einsaugt, so daß die Spitze eines jeden Nagels ohngefähr die Hälfte der Dicke des Körpers innerhalb seiner Fläche hineingeht, so kann ein solcher Körper durch die Hitze auswendig oder obenhin zu einem Nichtleiter gemacht werden, da derselbe indessen inwendig ein guter Leiter bleibt.

bleibt. Denn das elektrische Fluidum geht von dem einen Nagel zum andern durch die Mitte des Körpers leicht hindurch, da es hingegen auf dessen Oberfläche seinen Weg nicht nimmt, auch sogar alsdann, wenn die inwendigen Theile des Körpers sich mit den auswendigen in einem gleichen Grade der Hitze befinden, so wie es gar bald erfolgen muß, nachdem derselbe kalt zu werden anfängt. Wird hingegen derselbe Körper auf eine kurze Zeit einem stärkern Grade von Hitze als vorhin ausgesetzt, oder eine längere Zeit in derselben Hitze erhalten, so wird er völlig zu einem Nichtleiter.

Um zu beweisen, daß gewisse Körper besondere Grade der Hitze erfordern, einen Körper elektrisch oder unelektrisch zu machen, ohne daß es dabey auf Feuchtigkeit ankommt, gedenkt de la Val s einer gewissen Substanz, welche durch die Hitze auf eine den vorerwähnten Beyspielen ganz entgegengesetzte Art verändert wird, indem die Grade der Hitze, welche die andern Körper elektrisch zu machen erforderlich sind, diese unelektrisch machen.

Diese Substanz war Isländischer Krystall, worüber er folgende Beobachtungen anstellte: 1. nachdem ein Stück dieses Krystalls bey einer gemäßen Wärme der Luft gerieben worden war, äußerte es, wiewohl eben nicht sehr starke, Elektricität; 2. ward die Hitze verstärkt, so daß sie etwas größer war, als die Wärme der Hand, so ward die elektrische Kraft desselben gänzlich zernichtet; 3. als der Stein wieder kalt geworden war, hatte sich die elektrische Kraft wieder eingestellt.

Dieses Stück Krystall versenkte er in ein Gefäß, das mit Quecksilber angefüllt und rings um-

her

her mit Eis belegt war, ließ es, als eben sehr kaltes Wetter war, gegen 2 Stunden lang darin liegen, und bemerkte, als er es mit einer Zange herausholte und es abermals rieb, daß es weit stärker elektrisch war, als er es zu jeder andern Zeit befunden hatte; daß aber, als er es einige Minuten lang auf dem Heerde in einiger Entfernung vom Feuer hatte liegen lassen, die elektrische Kraft desselben sich wieder verloren hatte, indem sich nach dem Reiben nicht die geringsten Zeichen davon äußern wollten.

Hier haben wir also, sagt er, zwey verschiedene Arten fester Körper, wovon der eine eine elektrische Eigenschaft bey derselben Hitze erlangt, bey welcher ein anderer dieselbe verliert, da unterdessen eine dritte Gattung von Substanzen, z. B. Glas u. s. f. den Grad der Hitze hindurch, welcher den andern beyden unentbehrlich ist, ihre Elektricität behält.

Einige Stücke Isländischen Krystalls, welche er sich von verschiedenen Orten her hatte kommen lassen, hatten die Eigenschaft nicht, daß sie ihre Elektricität bey einer mäßigen Hitze verloren. Insbesondere hatte er ein Stück von diesem Krystall, wovon der eine Theil, nachdem er sehr heiß gemacht worden, unelektrisch ward, da unterdessen der andere Theil bey derselben oder gar einer noch größern Hitze vollkommen elektrisch blieb.

Auch bemerkte er noch an einigen andern erdigten Substanzen, daß ihre Elektricität durch verschiedene Grade von Hitze verloren gieng.

Indessen hielt er es doch für wahrscheinlich, daß gewisse Substanzen, von welchen man nicht weiß, daß sie elektrisch sind, gar wohl elektrisch werden könnten,

ten, wenn man sie einem größern Grade von Kälte, als derjenige ist, bey welchem sie bisher untersucht worden sind, aussetzte.

Auf diese Bemerkungen antwortet Canton, er habe vormals wahrgenommen, daß, da die Friktion zwischen Quecksilber und Glas im luftleeren Raume nicht nur das elektrische Licht hervorbringe, sondern auch das Glas auf der auswendigen Seite elektrisch mache, ein Stück trockenes Glas in ein Becken mit Quecksilber versenkt das Glas beym Herausnehmen mehr und das Quecksilber in einem ziemlichen Grade weniger elektrisch gewesen sey. Auch fand er, daß Agtstein, Siegellack und Isländischer Krystall, nachdem sie aus dem Quecksilber herausgenommen worden, insgesammt positiv elektrisch waren. Hieraus, sagt er, erhelle zur Genüge, daß die Elektricität, welche sich beym Reiben der zuletzt erwähnten Substanz äußerte, nachdem sie aus dem rings umher mit Eis belegten Quecksilber herausgenommen worden war, nicht der Kälte, sondern der zwischen derselben und dem Quecksilber beym Herausnehmen vorgegangenen Friktion zuzuschreiben sey. Isländischer Krystall, wenn er warm ist, ist ein Nichtleiter, und alle Nichtleiter können durch taugliche Reibzeuge elektrisch gemacht werden.

Wilson berichtete die Versuche des Herrn de la Val dem Herrn Bergmann, und bat ihn, zu versuchen, ob sich nicht in Schweden die elektrische Kraft am Isländischen Krystall stärker zeige, als in England, weil der Stein in Schweden ohne Kunst im Winter sehr kalt werden könne [m]). Bergmann hatte

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXV. S. 61. der deutſ. Uebers.

hatte de la Vals Versuche mit verschiedenen Arten von Isländischem Krystall wiederholt, allein der Erfolg hat mit demjenigen, was de la Vals davon berichtet, niemals übereinstimmen wollen. Er fand vielmehr bey einem Stücke, anstatt daß dessen Kraft beym Erkalten hätte verstärkt werden sollen, dieselbe beym Heißwerden merklich verstärkt. Als er nachher den Versuch mit seinem ganzen Reste, Schwedischen sowohl als Isländischen Krystall, vornahm, fand er dieselbe Wirkung. Hieraus folgerte er nun, daß die Krystalle, welche er besaß, von einer ganz andern Gattung wären, als die des Herrn de la Vals.

Bis zum Jahr 1759 war man allgemein der Meynung gewesen, daß alle Erscheinungen der Elektricität durch die Wirkung einer elektrischen Flüssigkeit verursacht würden, und alle Versuche, welche man bisher über beyde Arten der Elektricitäten angestellt hatte, schienen auch diese Lehrmeynung zu bestätigen. In diesem Jahre aber lieferte Robert Symmer eine Menge artiger Versuche über denselben Gegenstand, und schloß aus denselben sehr wahrscheinlich auf das Daseyn zweyer elektrischer Flüssigkeiten, welche von einander nicht unabhängig, sondern beständig zugleich vorhanden wären und einander entgegen wirkten.

Johann Franz Cigna zu Turin hat dieselben Versuche des Herrn Symmer viel weiter gebracht, und sie auch aus den Grundsätzen der Theorie des Herrn Franklin erklärt, ungeachtet er der Meynung war, daß kein einziger von den bisher vorgenommenen Versuchen für eine von beyden Hypothesen entscheidend wäre.

Sym-

Symmer [n]) hatte vor einiger Zeit wahrgenommen, daß, als er des Abends seine seidenen Strümpfe auszog, dieselben ein Geknister von sich gaben, und er konnte im Finstern feurige Funken aus denselben herausfahren sehen. Er trug nicht das geringste Bedenken, diese Erscheinung von der Elektricität herzuleiten, und nach einer Menge Beobachtungen zu bestimmen, von was für Umständen die starken elektrischen Erscheinungen abhiengen. Endlich fand er, daß nichts als die Verbindung von Weiß und Schwarz die Elektricität hervorbrachte, und daß die Erscheinungen alsdann am stärksten waren, wenn er einen weißen und einen schwarzen seidenen Strumpf über einander an den Fuß gezogen hatte. Indessen fand der Abt Nollet [o]) bey der Wiederholung dieser Versuche, daß es eben nicht unumgänglich nothwendig war, daß der eine Strumpf schwarz seyn mußte, sondern daß eben dieselbe Wirkung erfolgte, wenn der eine Strumpf bloß in ein Dekokt von Gallåpfeln getaucht war, welches denselben nicht schwarz färbt, sondern nur eine Vorbereitung dazu ist.

So lange aber die Strümpfe auf dem Fuße oder der Hand waren, so äußerten sie nicht das geringste Zeichen der Elektricität, wenn sie auch gleich verschiedene mal herunter und wieder hinauf gezogen wurden. Auch alsdann, wenn sie von der Hand gezogen und an ein Elektrometer gehalten wurden, bemerkte man, daß sie nichts weiter, als nur einen ganz geringen Grad von Elektricität erlangt hatten; aber in demselben Augenblicke, da sie von einander gesondert wurden, zeigte sich, daß sie beyde,

und

n) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 340.

o) Lettres sur l'électricité. Vol. III. p. 42.

und zwar der weiße positiv und der schwarze negativ elektrisch waren.

Beyde Strümpfe, wenn sie in einer Entfernung von einander gehalten wurden, blieben so aufgeblasen, daß, wenn sie überaus elektrisch waren, sie die ganze Gestalt des Beins behielten; und wenn zwey weiße und zwey schwarze Strümpfe bey einander gehalten wurden, stießen sie einander zurück, so daß sie einen Winkel, dem Ansehen nach von 30 oder 35 Grad, machten.

Wenn ein schwarzer und ein weißer Strumpf gegen einander gebracht wurden, so zogen sie einander gegenseitig an, und fuhren sogar, wenn man es zuließ, mit einer erstaunlichen Gewalt gegen einander. Bey ihrer Annäherung fiel das Aufgeblasene allmählig zusammen, und ihr Anziehen fremder Objekte ward schwächer, ihr Anziehen unter einander hingegen stärker. Kamen sie wirklich zusammen, so wurden sie platt, und lagen so dicht an einander, wie zusammengelegte Seide. Wurden sie aber von einander gesondert, so schien ihre Elektricität durch den Stoß der Zusammenkunft im geringsten nicht geschwächt worden zu seyn, indem man sie abermals, wie zuvor, sich aufblasen sah, so wie sie sich anzogen, zurückstießen, und mit Gewalt gegen einander fuhren.

Wurde dieser Versuch mit zwey schwarzen Strümpfen in der einen, und zwey weißen in der andern Hand angestellt, so brachte das Zurückstoßen der Strümpfe von einerley Farbe, und das Anziehen der von verschiedener Farbe dieselben in eine heftige Bewegung, und verursachte, daß sie, jeder von der entgegengesetzten Farbe, in einer größern Entfernung, als man hätte vermuthen können, einander ergriffen.

Wenn

Wenn die Strümpfe von einander abgesondert waren, so verloren sie ihre Kraft sehr geschwind, eben so wie die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre; waren sie hingegen bey einander, so behielten sie dieselbe eine oder zwey Stunden lang, und länger, wofern die Luft der Elektricität günstig war. Die schärfste metallene Spitze war nicht vermögend, sie derselben zu berauben; und wenn sie in einander gesteckt worden waren, so war an keine Hervorbringung der geringsten merklichen Entladung der Elektricität zu denken. In dieser Absicht glaubte Symmer, daß zwischen dem schwarzen und dem weißen Strumpfe, wenn sie in einander gesteckt waren, und der Leydner Flasche eine große Aehnlichkeit statt fände.

Das merkwürdigste bey diesen Versuchen mit den weißen und schwarzen Strümpfen war die Kraft des Zusammenhängens, welche sie äußerten. Symmer bemerkte, daß die weißen und schwarzen Strümpfe, wenn sie elektrisch geworden waren, und er sie an einander kommen ließ, nicht nur über alle Maaßen dicht an einander schlossen, sondern auch wirklich fest an einander klebten. Vermittelst einer Wagschale fand er, daß, wenn man sie von einander bringen wollte, zwischen 1 und 12 Unzen dazu gehörten. Zu einer andern Zeit zogen sie 17 Unzen in die Höhe, welches 20 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes, welcher dieselben hielt, betrug, und zwar in einer mit ihrer Oberfläche parallelen Richtung.

Wenn der eine Strumpf umgekehrt, und in den andern hinein gesteckt ward, so waren 20 Unzen dazu nöthig, wenn man sie von einander bringen wollte; da es doch nur, wenn sie auswendig an einander gelegt wurden, 10 Unzen bedurfte.

Als er die schwarzen Strümpfe frisch gefärbt, und die weißen gewaschen und über Schwefeldämpfen weiß gemacht, nahm, so mußte er, um sie wieder von einander zu bringen, 3 Pfund und 3 Unzen gebrauchen. Er glaubte, daß der Schwefel bey dem Versuche nichts beytrüge.

Die Wirkungen fand er weit beträchtlicher, als er diesen Versuch mit Strümpfen von weit dichterm Gewebe versuchte. Wenn der weiße Strumpf in den schwarzen gesteckt ward, so daß die auswendige Seite des weißen dicht an der inwendigen des schwarzen lag, so zogen sie 9 Pfund weniger einige Unzen in die Höhe, welches das Gewicht des Strumpfes 50 mal überstieg. Ward die inwendige Seite von dem schwarzen Strumpfe nach auswendig gekehrt, und der Strumpf alsdann in den weißen gesteckt, so daß ihre rauhen Oberflächen an einander lagen, so hoben sie 15 Pfund und etwas darüber, welches 92 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes.

Als er die Fadenenden und die Spitzen der Seide, welche an der inwendigen Seite der Strümpfe zurückgeblieben waren, abgeschnitten hatte, ward das Zusammenhängen merklich vermindert. Das Zusammenpressen derselben zwischen seinen Händen trug zur Verstärkung desselben sehr viel bey.

Wenn der weiße und schwarze Strumpf an einander hiengen, und ein anderes weit stärker elektrisches Paar von einander gesondert und an das erste gehalten ward, so hörte ihr Zusammenhängen auf, und ein jeder Strumpf des zweyten Paares ergriff den Strumpf einer entgegengesetzten Farbe, und führte ihn mit sich hinweg. War die Elektricität beyder Paa-

Paare von gleichem Grade, so ward das Zusammenhängen des ersten Paares nur wenig geschwächt, und das Zusammenhängen der ganzen Masse war im Verhältnisse nur gering.

Auch nahm Symmer wahr, daß weiße und schwarze Seide, als sie elektrisirt war, nicht nur unter einander zusammenhieng, sondern auch an Körpern mit breiten und sogar auch glatten Flächen festsaß, obgleich diese Körper nicht elektrisirt waren. Er entdeckte dieß durch Zufall, als er ohne weitere Absicht einen Strumpf von seiner Hand auszog, welcher an den papiernen Tapeten des Zimmers hangen blieb. Er wiederholte den Versuch, und fand, daß der Strumpf beynahe eine ganze Stunde lang hangen blieb.

Eben dieselben Versuche ließen sich auch mit den angestrichenen Brettern des Zimmers, imgleichen mit dem Spiegel anstellen, an deren glatten Flächen die weiße und schwarze Seide weit fester, als an einer der vorhergehenden, hangen blieb.

Einige diesen Versuchen des Herrn Symmer ähnliche Beobachtungen wurden vom Herrn Alexander Amadeus Vaudonia, einem Freunde des Beccaria, angestellt. Dieser trug bey sehr kaltem Wetter ein Biberhemd zwischen zwey andere Hemder. So oft er das oberste Hemd auszog, welches er jeden Tag that, fand er, daß dasselbe an dem Biberhemde fest anhieng, und bey der Absonderung elektrische Funken dazwischen zum Vorschein kamen. So oft er das Biberhemd auszog, saß dasselbe an dem untern Hemde noch fester, und wenn es in einer ziemlichen Entfernung davon gehalten ward,

 fuhr

fuhr es mit Gewalt nach demselben hin. Das Anziehen geschah einigemal nach einander, ward aber nach und nach immer schwächer, bis es endlich ganz und gar aufhörte. Als Beccaria von diesem Versuche Nachricht erhalten hatte, wiederholte er ihn mit einiger Veränderung, und fand, daß er an ihm selbst gelang [p]).

Das Zusammenhangen der beyden Strümpfe veranlaßte Herrn Symmer, die Stärke des elektrischen Zusammenhanges an elektrisirten Glasscheiben zu versuchen. In dieser Absicht nahm er zwey gemeine Fensterscheiben, und zwar die dünnsten und glattesten, die er nur finden konnte, überzog die eine Seite derselben mit Zinnfolie, und ließ einen Raum nahe an den Rändern unbezogen. Hierauf legte er die unüberzogenen Seiten an einander, ladete sie beyde wie eine einzige Scheibe, und fand seiner Erwartung gemäß, daß sie ziemlich stark zusammenhiengen; er besaß aber kein Werkzeug, die Stärke davon zu messen. Er kehrte alsdann die Scheiben um, das oberste nach unten, und fand, daß sie bey derselben Operation, bey welcher sie zuvor geladen worden waren, jetzt ungeladen blieben, auf eine mit der Leydenschen Flasche ähnliche Art.

Als er zwey Glasscheiben, deren jede auf beyden Seiten belegt war, über einander legte, fand er, daß sie beyde geladen waren, und kein Zusammenhang zwischen ihnen statt fand.

Beccaria verfolgte die zuletzt erwähnten Versuche des Herrn Symmer, wie auch eines andern zu Peking angestellten. Nachdem er eine Glastafel belegt

p) Dell' elettricismo artificiale e naturale. p. 197.

belegt und geladen hatte, brachte er die Belegung von der negativen Seite hinweg, und legte eine andere belegte und ungeladene Glastafel dicht darauf. Nachher brachte er eine Belegung auf das ungeladene Glas, und machte eine Verbindung zwischen den Belegungen. Es erfolgte darauf ein Knall und Zusammenhangen der Tafeln.

Wenn er die Tafeln vor der Explosion, nachdem sie eine Zeitlang mit einander verbunden gewesen waren, von einander brachte, so war die geladene Tafel auf beyden Seiten positiv, und die ungeladene auf beyden Seiten negativ elektrisch. Brachte er sie hingegen nach der Explosion von einander, so war die geladene Tafel auf beyden Seiten negativ, und die ungeladene auf beyden Seiten positiv elektrisch.

Als er sie nach der Explosion abwechselnd von und an einander brachte, und ein rund geschnittenes Stückchen Papier unter die ungeladene Tafel legte, so bemerkte er, daß dasselbe bey jeder Absonderung daran hangen blieb, und bey jeder Wiedervereinigung wieder abgerissen ward. Dieses konnte er sogar 500 mal nach einander wiederholen, ohne die Tafel mehr als einmal laden zu dürfen. Dieses war der Versuch, welcher, wie er meldet, von einigen Jesuiten zu Peking im Jahr 1755 angestellt, und wovon die an die kaiserl. Akademie der Wissensch. zu Petersburg eingesandte Nachricht dem 8ten Bande ihrer Zeitschriften p. 276. einverleibt ward.

Wenn bey diesen Versuchen die geladene Tafel umgekehrt, und die positiv elektrische Seite auf die ungeladene Tafel gelegt ward, so waren sämmtliche Wirkungen gerade das Gegentheil von den erstern.

Wenn auch die Tafel noch so oft umgekehrt wurde, so brachte sie, nachdem sie eine Zeitlang mit dem ungeladenen Glase zusammen gelegen hatte, doch immer eine Veränderung in der Elektricität hervor. Im Finstern kam bey jedesmaliger Trennung dieser Tafeln ein Licht zum Vorschein.

Nachdem er beyde Tafeln so auf einander gelegt, als wenn es nur eine gewesen wäre, und die auswendigen Seiten derselben belegt hatte, so ladete er sie beyde mit einander, und konnte in der Entfernung von ohngefähr 4 Fuß sechs von den gefärbten Ringen, welche Newton in seiner Optik beschreibt, sämmtlich einander parallel, unterscheiden. An den Ecken der Belegungen breiteten sich die Ringe mehr aus; da, wo die Belegungen das Glas nicht ganz berührten, waren die Ringe einwärts gebogen, und wo der Ueberzug sehr dicht anschloß, zogen sie sich weiter von demselben zurück. Beym Entladen dieser zwey Tafeln verschwanden die gefärbten Ringe, und zugleich hörte auch der hiebey bemerkte elektrische Zusammenhang auf.

Wenn diese Tafeln vor der Explosion getrennt wurden, so war diejenige, welche die positive Elektricität erhalten hatte, auf beyden Seiten positiv, und die andere auf beyden Seiten negativ elektrisch. Wurden sie nach der Explosion getrennt, so erlitt jede eine gerade entgegengesetzte Veränderung. Als diese Tafeln umgekehrt wurden, zeigte sich, daß die dünnere eine stärkere Elektricität besaß.

Nachdem er die beyden Tafeln, jede besonders, geladen, und zwey von den Belegungen weggenommen hatte, so daß die beyden positiven oder die beyden

den negativen Seiten auf einander zu liegen kamen, so war weder ein Zusammenhangen, noch eine Explosion zu bemerken. Kamen aber eine positive und eine negative Seite zusammen, so hiengen sie an einander, und als auswendig eine Verbindung gemacht ward, erfolgte eine Explosion, welche das Zusammenhangen verstärkte. Als er die oben erwähnten Versuche mit den Tafeln anstellte, wirkten sie gerade eben so, wie die beyden, welche geladen worden waren.

Symmer beschließt seinen Bericht von diesen Versuchen mit der Erklärung, daß es zwey elektrische Flüssigkeiten, oder zwey Ausströmungen verschiedener Kräfte, welche wesentlich von einander unterschieden sind, gebe; daß die Elektricität nicht in dem Zu- und Ausflusse dieser Flüssigkeiten, sondern in der Anhäufung der einen oder der andern derselben in elektrischen Körpern bestehe; und endlich, daß, nachdem die eine oder die andere Kraft die Oberhand hat, der Körper entweder auf die eine oder andere Art elektrisch werde. Auch findet man, sagt er, bey genau angestellter Betrachtung nicht, daß dieser Grundsatz von zwey verschiedenen elektrischen Kräften mit dem allgemeinen System der Natur nicht übereinstimmte. Es ist einer der Grundsätze in der Natur, daß Wirkung und Gegenwirkung von einander unzertrennlich und einander gleich sind; und wenn wir rings umher schauen, so finden wir, daß jede Kraft, welche sich in der materiellen Welt äußert, eine gegenarbeitende Kraft antrifft, welche deren Wirkungen einschränkt und einrichtet, wie es den weisen Absichten der Vorsehung entspricht.

Symmer führt auch zum Beweise seiner zwey verschiedenen Kräfte der Elektricität den von Frank-

lin oben erwähnten Versuch an, da ein Buch Papier von einem elektrischen Schlage durchbohrt worden. Er glaubte, daß der Wulst, welcher sich auf beyden Seiten des Papiers erhoben hatte, von den zweyerley Flüssigkeiten, welche nach zwey verschiedenen Richtungen gegangen waren, hervorgebracht worden sey. Um die Art, wie dieser Schlag erfolgt sey, noch deutlicher zu zeigen, gedenkt er zweyer anderer ähnlicher Versuche, wobey die Umstände des Schlages ein wenig verändert waren.

Auf einem Stücke holländisch Goldpapier, welches in einem bey dem vorigen Versuche gebrauchten Buche Papier zufälliger Weise zwischen zwey Blättern liegen geblieben war, zeigte sich der Eindruck von zwey Schlägen, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll von einander; die Verguldung war abgegangen, und das Papier eine kleine Zeitlang an beyden Stellen liegen geblieben. Mitten auf der einen Stelle fand sich ein kleines rundes Loch, auf der andern hingegen bloß ein Einschnitt oder ein Eindruck, als wenn er mit der Spitze eines Pfriems gemacht worden wäre.

Diese Wahrnehmungen theilte Symmer dem Herrn Franklin mit, welcher bey Anstellung eines anderweitigen Versuchs, zur Verfolgung des oben erwähnten, seinen Apparat gern dazu lieh, ob er gleich eine andere Theorie, als die des Herrn Symmer, einzuführen suchte.

Herr Symmer legte in die Mitte eines Buchs von der Dicke eines Buchs Papier, ein Stückchen Zinnfolie, und in ein anderes von gleicher Dicke zwey Stückchen eben dergleichen Folie, und zwar so, daß die beyden mittelsten Blätter des Buchs dazwischen lagen.

sagen. Als er hierauf den Schlag durch die zwey verschiedenen Bücher hindurch fahren ließ, waren die Wirkungen seinen Erwartungen gemäß. In dem ersten waren die Blätter an jeder Seite der Folie durchbort, da unterdessen die Folie selbst ganz geblieben war; zugleich aber konnte er einen Eindruck wahrnehmen, welcher auf jeder Fläche, in einer kleinen Entfernung von einander, gemacht war. Dergleichen Eindrücke waren auf dem Papiere noch sichtbarer, und man konnte ihnen auf ihren verschiedenen Richtungen nachgehen. In dem zweyten waren alle Blätter des Buchs durchbort, die beyden zwischen den Stücken Folie gelegenen ausgenommen; und an diesen beyden zeigten sich anstatt der Löcher die zwey Eindrücke nach der entgegengesetzten Richtung.

Nachher bediente sich Symmer einer ihm eigenen elektrischen Geräthschaft, welche nach Franklin's Apparat eingerichtet war, womit er die vorerwähnten Versuche oftmals wiederholte. Der Erfolg aller dieser Versuche ist in folgenden Beobachtungen enthalten.

1. Wenn ein Buch Papier, zwischen dessen Blättern nichts befindlich ist, von einem elektrischen Schlage durchbort wird, so nehmen die beyden verschiedenen Kräfte einerley Weg, und machen bey ihrer Durchfahrt durch das Papier nur ein Loch; nicht als wenn die Kraft von oben, oder die von unten, bisweilen in das Papier an zwey oder mehr verschiedenen Orten hineinführe und eben so viel Löcher machte, welche unterdessen insgesammt sich vereinigen, ehe sie durch das Papier hindurch gehen. Sie scheinen mit einander um die Mitte des Buchs Papier herum zu gehen, denn daselbst sind die Ränder am

sichtbarsten verschiedentlich gebogen; da hingegen an den Blättern nahe an der auswendigen Seite des Buchs die Löcher weit öfter das Ansehen haben, als wenn eine Kraft ihren Ausgang genommen und sich in der Luft entladen hätte, als daß eine in das Papier hineingefahren wäre.

2. Wenn man eine gewisse dünne metallische Substanz, z. B. Goldblatt, Zinnfolie, zwischen die Blätter des Buchs Papier legt, und durch alles mit einander einen Schlag leitet; so weichen alsdann die gegen einander arbeitenden Kräfte von dem geraden Wege ab, verlassen die Richtung, welche sie gemeinschaftlich durch das Papier hindurch genommen haben würden, gehen bloß in verschiedenen Linien nach dem metallischen Körper zu, und treffen ihn in zwey verschiedenen Punkten, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll, mehr oder weniger, von einander entfernt sind. Die Entfernung pflegt alsdann am geringsten zu seyn, wenn die Kraft am stärksten ist; und es mögen die Kräfte entweder ganz durchbohren, oder bloß Eindrücke darauf hervorbringen, so lassen sie in beyden Fällen augenscheinliche Merkmale einer Bewegung von zwey verschiedenen Gegenden her, oder nach zwey entgegenstehenden Richtungen zurück. Eben diese Abweichung von einem gemeinschaftlichen Wege, und die daraus erfolgende Trennung von den Directionslinien giebt, wie er behauptet, einen Beweis von der Aeußerung zweyer verschiedener und entgegengesetzter Kräfte ab.

3. Wenn zwey Stückchen Zinnfolie in die Mitte des Buchs Papier gelegt wurden, und zwar so, daß zwey oder mehrere Blätter dazwischen lagen, so stießen, wenn die Elektricität mittelmäßig stark war, die entgegengesetzten Kräfte bloß gegen die Stückchen Folie,

Folie, und ließen ihren Eindruck daselbst zurück. War sie stärker, so ward gemeiniglich das eine Stückchen durchbohrt, selten aber beyde. Aus demjenigen, was er in beyden Fällen bemerkt hatte, sagt er, sollte es fast scheinen, als wenn die Kraft, welche aus der auswendigen Seite der Phiole herauskam, von weit stärkerer Wirkung gewesen wäre, als diejenige, welche von inwendig kam; denn das untere Stückchen Folie war fast allemal durchbohrt. Es rührt aber dieses, fügt er hinzu, von dem größern Raume her, welchen die Kraft von inwendig hindurch zu gehen hat, ehe sie das Papier trifft.

In eben dem Aufsatze führt Symmer noch einen Versuch an, um seine Lehrmeynung von zweyen entgegengesetzten Elektricitäten zu beweisen, welcher aber in der That zweydeutig ist.

Wenn eine Phiole, sagt er, nur wenig elektrisirt ist, und man den Ueberzug derselben mit einem Finger der einen Hand berührt, und zugleich einen Finger der andern Hand an den Drath bringt, so bekommt man auf die Spitze eines jeden Fingers einen ziemlich schmerzhaften Schlag, dessen Empfindung jedoch nicht weiter geht. Ist die Phiole etwas stärker elektrisirt, so fühlt man auch einen stärkern Schlag, welcher sich bis an die Handwurzeln, aber nicht weiter, erstreckt. Wird sie wiederum noch einen Grad höher elektrisirt, so bekommt man einen noch heftigern Schlag, den man aber nicht weiter, als bis an die Ellenbogen fühlt. Wird endlich die Phiole recht stark geladen, so empfindet man den Schlag in den Handwurzeln und Ellenbogen; die Haupterschütterung aber fühlt man in der Brust, als ob ein Schlag von jeder Seite daselbst zusammenträ-

se. Dieses klare und einfache Experiment, sagt Symmer, scheint ganz deutlich auf das Daseyn zweyer verschiedenen Kräfte, welche nach entgegengesetzten Richtungen wirken, hinzuweisen; und ich glaube, fügt er hinzu, daß es von jemanden, der das Experiment in der Absicht versuchte, um die Frage nach seinen eigenen Empfindungen zu entscheiden, für einen hinlänglichen Beweis gehalten werden dürfte.

Dagegen bemerkt aber Priestley, wenn die Folge, welche Symmer aus diesem Versuche zieht, gegründet wäre, so mußten in einem großen Umkreise vieler mit einander verbundener Personen bloß diejenigen, welche auf dieser oder jener Seite nahe an der Phiole stehen, eine geringe Erschütterung fühlen; es müßten einige Personen an jedem Ende des Umkreises einen etwas stärkern Schlag empfinden; es müßte ein sehr heftiger Schlag seyn, welcher die in der Mitte stehende Person ganz und gar treffen könnte; und es müßte alsdann am wenigsten jemand von der Gesellschaft dadurch gerührt werden. Alles dieß sey aber den Erfahrungen gerade entgegen.

Inzwischen wurde doch Symmers Theorie von verschiedenen Elektrisirern mit Beyfall aufgenommen, und der Lehrmeynung des Herrn Franklin vorgezogen. Ueberhaupt hat Symmers Meynung bis auf den heutigen Tag sehr große Vertheidiger gefunden, und es ist daher nöthig, seine Theorie etwas umständlich zu erzählen, welches weiter unten geschehen soll.

Die Versuche des Herrn Symmer machten die Aufmerksamkeit des Herrn Cigna[q]) zu Turin rege,

q) Miscellanea societatis Taurinens. 1765. p. 31.

rege, und leiteten ihn auf eine Reihe von Versuchen, welche die Lehre von den beyden Elektricitäten sowohl, als auch der Leydner Flasche, in ein noch helleres Licht setzten.

Er nahm zwey weiße seidene Bänder, welche am Feuer recht trocken gemacht waren, breitete sie über eine glatte Fläche, es mochte dieselbe ein Leiter oder Nichtleiter seyn, aus, zog den scharfen Rand eines elfenbeinernen Lineals über sie hinweg, und fand, daß beyde Bänder so viel Elektricität erhalten hatten, daß sie an der Fläche fest anhiengen, wie wohl sie, so lange sie auf der Fläche liegen blieben, weiter kein anderes Merkmal äußerten. Als sie beyde mit einander von der Fläche abgenommen wurden, zogen sie einander an, indem das obere die harzige und zugleich stärkere, und das untere die glasartige und zugleich schwächere Elektricität angenommen hatte. Ward ein jedes besonders abgenommen, so stießen sie einander zurück, indem sie beyde die harzige Elektricität erhalten hatten.

Bey dieser Trennung beyder Bänder von der Fläche, und auch bey ihrer nachherigen Absonderung von einander wurden Funken zwischen denselben sichtbar; hatte man sie aber wieder auf die Fläche gelegt, oder an einander gebracht, so kam bey ihrer zweyten Trennung kein Licht zum Vorschein, wofern sie nicht abermals mit dem Lineale überstrichen wurden. Wenn jedes Band besonders abgenommen, und dadurch verursacht ward, daß sie einander zurückstießen, und sie nachher abermals auf die Fläche gelegt und mit einander abgenommen wurden, so zogen sie einander nicht an. Und wenn dadurch, daß sie mit einander abgenommen wurden, zuerst verursacht worden war, daß sie einander anzogen, und man sie

zum

zum andern male über der Fläche ausbreitete und alsdann jedes besonders hinwegnahm, so stießen sie, ohne vorhergegangenes neues Reiben, einander nicht zurück.

Wenn die Bänder auf vorerwähnte Art dieselbe Elektricität erhalten hatten, und man sie nicht auf den glatten Körper, worüber man sie gerieben hatte, sondern auf einen rauhen, und zugleich einen Leiter, z. B. Hanf oder Baumwolle, welche nicht recht trocken waren, legte, so äußerten sie bey ihrer Trennung entgegengesetzte Elektricitäten, welche wieder verschwanden, wenn sie wieder wie vorher an einander gebracht wurden.

Waren sie so eingerichtet worden, daß sie einander zurückstießen, und wurden sie nachher auf der rauhen Fläche über einander gelegt, so zogen sie innerhalb wenigen Minuten einander an, wobey an dem untersten der beyden Bänder die harzige Elektricität in eine glasartige Elektricität verwandelt worden war.

Wurden die beyden weißen Bänder auf der rauhen Oberfläche gerieben, so bekamen sie allemal entgegengesetzte Elektricitäten, und das obere Band hatte die harzige und das untere die glasartige Elektricität, auf was für Art man auch dieselben herunter nehmen mochte.

Eben dasselbe, was bey einer rauhen Oberfläche erfolgte, ward auch bey einem spitzigen Leiter bemerkt. Wurden z. B. zwey Bänder dergestalt eingerichtet, daß sie einander zurückstießen und mit einander parallel hiengen, und zog man die Spitze einer Nadel dem einen derselben seiner ganzen Länge nach entgegen, so fuhren sie sofort mit Gewalt auf einander zu, wobey die Elektricität desjenigen Bandes, woran die

Nadel

Nadel gebracht war, in die entgegengesetzte verwandelt wurde.

Auf eben die Art, wie die Elektricität des einen Bandes verwandelt ward, bekam auch ein unelektrisirtes Band Elektricität, wenn man dasselbe nämlich auf eine rauhe Oberfläche, und ein elektrisirtes Band darüber legte; oder wenn man es mit einem elektrisirten Bande parallel hielt und einen spitzigen Leiter daran brachte.

Er legte ein nicht gänzlich trockenes Band unter ein anderes, welches beym Feuer wohl getrocknet war, auf eine glatte Fläche, und fand, nachdem er dasselbe mit seinem Lineale auf die gewöhnliche Art gerieben hatte, daß, auf welche Art man auch dieselben von der Fläche hinwegnehmen mochte, das obere Band die harzige, und das untere die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Waren beyde Bänder schwarz, so giengen alle vorerwähnten Versuche eben so gut, wie bey den weißen, von statten.

Gebrauchte er anstatt eines Lineals irgend eine Haut oder ein Stück Glas, so war der Erfolg derselbe; gebrauchte er aber eine Stange Schwefel, so waren die Elektricitäten allemal gerade das Gegentheil von den vorigen, und das Band, welches gerieben worden war, hatte jederzeit die glasartige Elektricität erhalten.

Bediente er sich entweder Gold- oder gewöhnlichen Papiers, so war der Erfolg ungewiß. Waren die Bänder in Gold- oder in gemeinem Papier eingewickelt, und wurde das auf die vorerwähnte Fläche

che

che gelegte Papier gerieben, so bekamen beyde Bänder die harzige Elektricität.

War das eine Band schwarz, und das andere weiß, so bemerkte man, daß, welches von beyden auch oben liegen und auf was für Art das Reiben vorgenommen werden mochte, das schwarze gemeiniglich die harzige, und das weiße die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Nichts desto weniger fand er beständig folgenden Erfolg. So oft das Gewebe des obern Stücks Seide locker, nachgebend und netzförmig war, wie das Gewebe eines Strumpfs, so daß es sich hin und her ziehen ließ, und wenn dasselbe gegen das untere gerieben ward und das Reibzeug von der Beschaffenheit war, daß es dem Glase nur wenig Elektricität mittheilte; so hieng die Elektricität, welche das obere Stück Seide bekam, nicht von dem Reibzeuge, sondern von dem Körper ab, worauf es gelegen hatte; in welchem Falle die Elektricität des schwarzen allemal harzig, und die des weißen glasartig war. War hingegen die Seide von einem dichten Gewebe, hart und steif, und das Reibzeug von der Beschaffenheit, daß das Glas dadurch einen starken Grad der Elektricität erhielt, so hieng die Elektricität des obern Stücks nicht von dem untern, sondern von dem Reibzeuge ab. Wenn daher ein weißer seidener Strumpf mit Goldpapier auf Glas gerieben war, so bekam er eine harzige, und das Glas eine glasartige Elektricität; ward hingegen ein Stück Seide von einem festern Gewebe auf die Glastafel gelegt, so bekam es, wenn es mit Schwefel gerieben ward, allemal, und wenn es mit Goldpapier gerieben ward, meistentheils die glasartige, und das Glas die harzige

zige Elektricität, so daß die Seide, welche gerieben ward, bisweilen von dem Reibzeuge, und bisweilen von der darunter gelegten Substanz eine Elektricität bekam, nach dem dieselbe von dem einen oder von dem andern stärker gerieben worden war, oder nach dem Verhältnisse, als das eine oder die andere geschickter war, dem Glase Elektricität zu ertheilen.

Eine andere Reihe von Versuchen des Hrn. Cigna erläutert das vom Herrn Symmer beobachtete Ankleben elektrischer Strümpfe an Körpern mit glatten Oberflächen. Er stellte eine Bleyplatte auf elektrische Körper, brachte ein elektrisirtes Band daran, und bemerkte, daß dasselbe sehr schwach angezogen ward. Als er seinen Finger an das Bley brachte, fuhr ein Funke heraus, worauf er das Band sehr lebhaft anzog, und beyde mit einander nicht die geringsten Merkmale von Elektricität äußerten. Bey der Absonderung des Bandes erschienen sie beyderseits wieder elektrisirt, und es kam zwischen der Platte und dem Finger ein Funken zum Vorschein.

Als er zwey Glastafeln auf einen mit dem Fußboden verbundenen glatten Leiter legte, und dieselben auf gleiche Art rieb, wie die Bänder gerieben worden waren, so wurden sie ebenfalls elektrisch, und hiengen sowohl an einander als auch an dem Leiter fest. Bediente man sich einer dünnen Bleyplatte, so blieb sie bey dem Anziehen schwebend. Waren sie bey einander, so äußerten sie weiter kein Zeichen von Elektricität.

Wurden die beyden Glastafeln von dem Leiter getrennt, aber beysammen gehalten, so äußerten sie an beyden Seiten eine glasartige Elektricität; und der Lei-

Leiter, wenn er isolirt worden war, hatte eine harzige Elektricität angenommen.

Die beyden Glastafeln selbst besaßen, als sie getrennt wurden, beyde Arten von Elektricität; und zwar die obere die glasartige und stärkere, und die untere die harzige und schwächere.

Von einem rauhen Leiter, sie mochten entweder anfänglich darauf gerieben, oder aber daran gebracht worden seyn, nachdem sie auf einem glatten gerieben worden waren, bekamen sie kaum einige Elektricität, wiewohl sie sich, als sie von einander gesondert wurden, eben so, wie vorher, verhielten.

Hieraus sucht er zu erklären, warum eine Kugel oder Röhre, aus welcher die Luft herausgepumpt oder welche inwendig mit leitenden Substanzen überzogen ist, sich durch Reiben nicht elektrisch machen läßt. In diesem Falle, sagt er, wird der glasartigen Elektricität auf der äußern Oberfläche des Glases durch die harzige in dem inwendigen Ueberzuge, oder in dem anstatt eines Ueberzuges dienenden luftleeren Raume das Gleichgewicht gehalten; und daher hat es damit eben die Bewandtniß, wie mit den Glastafeln, während daß dieselben auf vorgedachtem Leiter liegen. Wird aber der inwendige Ueberzug hinweg genommen, so zeigt sich die Elektricität auf der auswendigen Seite, ohne daß ein abermaliges Reiben vorgenommen werden dürfte, als wenn die Tafeln von dem Leiter weggenommen waren.

Wenn er eine Anzahl Bänder von einerley Farbe auf den glatten Leiter legte, und sein Lineal darüber hinweg zog, so fand er, daß, wenn er sie, eins nach dem andern, hinwegnahm, sie insgesammt an

an demjenigen Orte, wo sie getrennt wurden, Funken von sich gaben, so wie das letzte Band auf der glatten Tafel, und daß sie insgesammt die harzige Elektricität bekommen hatten.

Wurden sie alle zusammen von der Tafel hinweggenommen, so hiengen sie wie eine einzige Masse zusammen, welche auf beyden Seiten die harzige Elektricität äußerte. Wurden sie in derselben Ordnung auf den rauhen Leiter gelegt, und insgesammt einzeln hinweggenommen, und zwar so, daß bey dem untersten angefangen ward, so kamen, wie vorher, Funken zum Vorschein; es hatten aber sämmtliche Bänder die glasartige Elektricität bekommen das oberste ausgenommen, welches die harzige Elektricität, die es durch das Reiben erhalten hatte, behielt.

Wurden sie auf dem rauhen Leiter gerieben, und alle mit einem male hinweggenommen, so bekamen alle dazwischen befindliche Bänder die Elektricität entweder des obersten oder des untersten Bandes, nachdem man mit der Hinwegnehmung entweder bey dem höchsten oder bey dem niedrigsten den Anfang gemacht hatte.

Wurden zwey Bänder zugleich von dem Bündel abgenommen, so klebten sie zusammen, und äußerten in diesem Zustande kein Merkmal der Elektricität, das doch bey einem allein geschehen seyn würde. Wenn sie von einander gesondert wurden, und die verschiedenen Elektricitäten frey waren, so zeigte sich, daß die Elektricität in dem äußersten saß, und von derjenigen, vermöge welcher sie an dem Bündel fest gesessen hatten, das Gegentheil, aber weit schwächer war.

Er legte eine Anzahl Bänder auf eine metallene Platte, welche von der Kugel elektrisch ward, indem er einen spitzigen Körper an die andere Seite der Bänder hielt. Der Erfolg davon war, daß alle Bänder entweder die der Platte entgegengesetzte, oder dieselbe Elektricität erhielten, nachdem sie abgenommen waren; das entfernteste ausgenommen, welches allemal eine der Elektricität der Platte entgegengesetzte Elektricität behielt.

Aus diesen Versuchen folgert er, daß, da die Elektricität von dem äußersten Bande nach den unter demselben befindlichen, oder von der untern Platte nach den zunächst darüber befindlichen, wenn sie von einander gebracht werden, fortgepflanzt wird, alsdann, wenn der Ueberzug von einer geladenen Glasscheibe herab genommen wird, derselbe gleichfalls seine Elektricität auf die Oberfläche des Glases absetze, indem die Erscheinungen bey beyden einerley sind. Denn wenn er metallene Ueberzüge auf die Seite einer Glastafel ohne Kitt brachte, so saßen diese an dem Glase, wenn es geladen war, fest an, und bey ihrer Absonderung davon kam, so wie bey den Bändern, ein Licht zum Vorschein.

Wenn er eine Anzahl Bänder auf gleiche Art überzog, und alsdann ladete, so saßen die Ueberzüge fest an den Bändern an; er war aber nicht im Stande, ein einziges derselben abzusondern, sondern wegen des lockern Gewebes der Seide fuhr ein Funke nach dem entgegenstehenden Ueberzuge, welcher sofort herabfiel, indem das Ganze alsdann entladen war.

Er glaubte aber, daß die Ueberzüge nicht alle ihre Elektricität auf der Platte absetzten, wenn sie

davon

davon abgenommen wurden; denn ungeachtet alsdann die Elektricitäten der beyden Seiten einander immer noch das Gleichgewicht hielten, so bemerkte er doch, wenn die Oberfläche des Glases oder der Bänder ihre Elektricität vom Reiben, und die andere bloß von dem entgegenstehenden Ueberzuge bekam, daß die Elektricitäten, welche einander das Gleichgewicht hielten, so lange sich der Ueberzug darauf befand, alsdann, wenn derselbe hinweg war, einander nicht ferner das Gleichgewicht halten wollten, sondern daß alsdann die Elektricität auf derjenigen Oberfläche, welche gerieben war, das Uebergewicht hatte, weil der leitende Ueberzug bey seiner Absonderung einen Theil seiner Elektricität mit sich zugleich hinweggenommen hatte.

Zur Bestätigung des Gesagten führt er noch einen andern Versuch an. Er ladete eine auf der einen Seite belegte Glastafel, während die andere die Elektricität vermittelst eines spitzigen Leiters von der Maschine bekam. Er kehrte auch die Scheibe um, und machte, daß die überzogene Seite mit dem ersten Leiter verbunden war, da indessen ein spitziges Stück Metall an die entgegengesetzte Seite gehalten ward, und fand in beyden Fällen, daß, so lange der Ueberzug darauf blieb, die beyden Elektricitäten einander das Gleichgewicht hielten; daß hingegen, als der Ueberzug herunter gerissen ward, die Elektricität der abgewandten Seite das Uebergewicht hatte, so daß sie an beyden Seiten der Scheibe sichtbar war.

Die wichtigsten Entdeckungen und Bemerkungen, welche in diesem Zeitraume gemacht worden sind, betreffen solche Körper, welche in elektrische Atmosphären versenkt worden sind. Die ersten hieher gehörigen

gen Versuche stellte Canton an, Franklin setzte sie fort; endlich aber brachten die Herren Wilke und Aepinus die Entdeckung zur Vollkommenheit. Diesen beyden letztern nämlich glückte es, zu beweisen, daß die in elektrische Atmosphären gebrachten Körper allemal eine Elektricität bekommen, welche der Elektricität desjenigen Körpers entgegengesetzt ist, in dessen Atmosphäre sie versenkt werden. Dieser Satz brachte sie auf die Methode, eine Tafel von Luft gleich einer Glastafel zu laden, und die Erscheinungen des Donners und Blitzes auf die vollkommenste Art nachzumachen.

Canton [r]) hieng Korkkugeln, und zwar ein Paar an Zwirnsfaden, und ein anderes Paar an Seide, auf. Alsdann hielt er die elektrisch gemachte Röhre in einer ziemlichen Entfernung von den Kugeln mit den Zwirnsfäden, und bemerkte, daß diese von einander fuhren, und, wenn er die Röhre wieder hinwegnahm, sich alsobald wieder an einander begaben; bey den an seidenen Fäden hangenden Kugeln hingegen mußte er die elektrisch gemachte Röhre weit näher bringen, ehe sie von einander fahren wollten, jedoch blieben sie, nachdem die Röhre hinweggenommen ward, noch eine Zeitlang von einander gesondert.

Da die Kugeln bey dem ersten dieser beyden Versuche nicht isolirt waren, so konnte man, wie Canton bemerkt, eigentlich nicht sagen, daß sie elektrisirt worden waren, sondern daß sie, wenn sie innerhalb der Atmosphäre der elektrisch gemachten Röhre hiengen, das rings umher befindliche elektrische Fluidum an sich zogen und verdichteten, und durch das Zurückstoßen den

r) Philos. Transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 350.

der Theilchen desselben von einander gebracht wurden. Auch vermuthete er, daß die Kugeln zu dieser Zeit weniger als ihren gewöhnlichen Antheil von elektrischer Flüssigkeit enthalten, in Vergleichung mit der zurückstoßenden Kraft derjenigen, welche sie umgiebt, obgleich etwas davon beständig sich in die Fäden hinein begeben und durch sie hindurch gehen mag. Wofern sich dieses wirklich so verhält, so, sagt er, ist es klar, warum die an Seide hangenden Kugeln bey dem zweyten Versuche sich in einem dichtern Theil der Atmosphäre der Röhre befinden müssen, ehe sie einander zurückstoßen wollen. Er fügt hinzu, daß bey der Annäherung einer elektrisch gemachten Stange Lack an die Kugeln bey dem ersten Versuche anzunehmen sey, daß das elektrische Feuer durch die Fäden in die Kugeln komme, und daselbst bey seinem Durchgange nach dem Lack zu verdichtet werde; indem, nach Franklin, elektrisch gemachtes Glas das elektrische Fluidum von sich läßt, und elektrisch gemachtes Lack dasselbe in sich nimmt.

Als zwey Kugeln, welche vermittelst Zwirnsfäden an eine isolirte blecherne Röhre aufgehängt waren, positiv elektrisch wurden, und von einander fuhren, bemerkte er, daß sie bey Annäherung der elektrisch gemachten Röhre sich näher an einander begaben; ward diese in einer gewissen Entfernung gehalten, so berührten sie einander; und ward sie noch näher gebracht, so fuhren sie wieder von einander.

Als die Röhre wieder daran gehalten ward, näherten sie sich einander, so lange bis sie einander berührten, und fuhren alsdann, wie zuerst, wieder aus einander. War die blecherne Röhre durch Lack oder durch den Drath einer geladenen Phiole elektrisch ge-

macht worden, so erlitten die Kugeln bey Annäherung des elektrisch gemachten Lacks oder des Draths der Phiole eine gleiche Veränderung. Waren die Korkkugeln durch Glas elektrisirt worden, so ward ihr Zurückstoßen bey Annäherung einer elektrisch gemachten Stange Lack verstärkt. Und die Wirkung war dieselbe, wofern das elektrisch gemachte Glas dagegen gehalten ward, wenn sie durch Lack elektrisirt worden waren.

Wenn das elektrisch gemachte Glas an das Ende oder die Spitze der blechernen Röhre in dem ersten dieser Versuche gehalten wird, so wird diese nach Canton positiv, oder erhält noch einen Zusatz, außer dem bereits vorher darin enthaltenen elektrischen Feuer, und daher begiebt sich etwas durch die Kugeln hinweg, und sie stoßen einander zurück. Bey Annäherung des elektrisch gemachten Glases hingegen, welches ebenfalls das elektrische Fluidum von sich läßt, wird die Entladung desselben aus den Kugeln geschwächt, oder es wird durch eine nach einer entgegengesetzten Richtung wirkende Kraft ein Theil zurückgetrieben, und sie begeben sich an einander. Wird die Röhre in einer solchen Entfernung von den Kugeln gehalten, daß das Uebermaaß der Dichtigkeit der rings um dieselben herum befindlichen elektrischen Flüssigkeit über die gewöhnliche Quantität in der Luft, dem Uebermaaße der Dichtigkeit der innerhalb denselben befindlichen über der in dem Korke enthaltenen gewöhnlichen Quantität, gleich ist; so wird ihr Zurückstoßen ganz und gar aufgehoben. Wird hingegen die Röhre näher gebracht, so wird das Fluidum, ohne daß es dichter ist als das innerhalb den Kugeln befindliche, von denselben angezogen, und sie begeben sich wieder von einander.

Can-

Canton bemerkt ferner, daß, wenn der elektrische Apparat einen Theil seines natürlichen Vorraths dieser Flüssigkeit durch die Annäherung elektrisch gemachten Lacks an das eine Ende derselben verloren hat, oder negativ elektrisirt worden ist, das elektrische Fluidum von den Kugeln angezogen und eingesogen wird, um den Abgang zu ersetzen; und zwar noch weit reichlicher bey Annäherung elektrisch gemachten Glases, oder eines positiv elektrisirten Körpers, als zuvor; daher die Entfernung zwischen den Kugeln zunimmt, je mehr das Fluidum um dieselben vermehrt wird. Ueberhaupt wird das Zurückstoßen der Kugeln entweder stärker oder schwächer, wenn der Unterschied zwischen der Dichtigkeit der innern und äußern Flüssigkeit vermehrt oder vermindert wird.

Er beobachtete, daß, wenn die isolirte blecherne Röhre nicht elektrisirt war, und das elektrisch gemachte Glas gegen die Mitte derselben gehalten ward, die an dem Ende hangenden Kugeln einander zurück stießen, und zwar um so viel mehr, je näher die elektrische Röhre gebracht ward. Wurde sie einige Sekunden lang ohngefähr 6 Zoll weit gehalten, und nachher zurückgezogen, so näherten sich die Kugeln einander so lange, bis sie einander berührten, und da sie, so wie die Röhre weiter entfernt ward, wieder von einander fuhren, so stießen sie noch immerfort einander zurück, als die Röhre gänzlich hinweg war. Dieses letztere Zurückstoßen ward durch die Annäherung elektrisch gemachten Glases verstärkt, und durch die Annäherung elektrisch gemachten Lacks vermindert, eben so als wenn der Apparat auf die bey dem letztern Versuche beschriebene Art elektrisirt worden wäre.

Er isolirte zwey blecherne Röhren A und B, und zwar so, daß sie sich in einer Linie mit einander und einen halben Zoll weit von einander befanden, und hieng an das entfernte Ende einer jeden ein Paar Korkkugeln. Als er hierauf die elektrisch gemachte Glasröhre gegen die Mitte von A brachte, und dieselbe eine kurze Zeit in der Entfernung von wenigen Zollen hielt, so bemerkte er, daß jedes Paar Kugeln von einander fuhr. Als er die Röhre wieder zurückzog, kamen die Kugeln von A wieder an einander, und stießen sodann einander wieder zurück; an den Kugeln von B hingegen war kaum einige Veränderung zu bemerken. Bey Annäherung elektrisch gemachten Glases ward die Repulsion der Kugeln von A stärker, und der Kugeln von B schwächer.

Bey dem ersten dieser Versuche ward, wie Canton behauptet, der gewöhnliche Vorrath elektrischer Materie in der blechernen Röhre um die Mitte herum verdünnt, und durch die zurückstoßende Kraft der Atmosphäre der elektrisch gemachten Glasröhre, wenn sie nahe daran gehalten ward, an den Enden verdichtet. Und vielleicht, sagt er, mag auch wohl die blecherne Röhre etwas von ihrer natürlichen Quantität elektrischer Flüssigkeit verlieren, ehe sie etwas von dem Glase annimmt, da diese Flüssigkeit sich weit leichter von den Enden oder Spitzen derselben hinab, als nach der Mitte hin begiebt; und daher findet sich auch, daß, wenn die Glasröhre hinweggezogen wird, und das Fluidum sich wieder in dem Apparate überall gleich vertheilt befindet, dieselbe negativ elektrisch geworden ist, indem, wenn man elektrisch gemachtes Glas unter die Kugeln hält, ihr Zurückstoßen stärker wird.

Bey

Bey dem letztern Versuche nimmt Canton an, daß ein Theil der elektrischen Flüssigkeit, welche aus der einen blechernen Röhre herausgetrieben worden, sich in die andere hineinbegebe, an welcher man bemerkt, daß sie durch die Verminderung der Repulsion ihrer Kugeln, bey Annäherung elektrisch gemachten Glases, positiv elektrisirt sey.

Man sieht wohl, daß Canton der gemeinen Meynung zugethan war, daß sich nämlich die Elektricität eines elektrisirten Körpers um den Körper herum in der Gestalt einer Atmosphäre aufhalte. Selbst Franklin, welcher Cantons Versuche weiter fortsetzte, behielt die gemeine Meynung von den elektrischen Atmosphären bey, und glaubte, daß sich die Erscheinungen weit leichter erklären ließen, wenn man annähme, daß diese Atmosphären, wenn sie nahe an einander gebracht werden, sich nicht leicht vermischen und in eine einzige Atmosphäre vereinigen, sondern von einander gesondert bleiben und einander zurückstoßen; und außerdem, daß eine elektrische Atmosphäre nicht nur eine andere elektrische Atmosphäre, sondern auch das in der Substanz eines derselben nahe gebrachten Körpers enthaltene elektrische Fluidum zurückstoße, und, ohne sich mit demselben zu vereinigen oder zu vermischen, es in die andern Theile des dasselbe enthaltenden Körpers hinein treibe.

Franklin[s]) befestigte ein Bündel von 15 bis 20 seidenen Fäden, deren jeder 3 Zoll lang war, an das eine Ende seines ersten Leiters, welcher 5 Fuß Länge und 4 Zoll im Durchmesser hatte und auf seidenen Schnüren ruhete. Die Fäden waren etwas feucht, aber nicht naß. Als bey diesen Umständen eine

s) Philos. Trans. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

eine elektrisch gemachte Röhre dem den Fäden gegen über befindlichen Ende des ersten Leiters nahe gebracht ward, so daß einige Funken hervorgebracht wurden, fuhren die Fäden aus einander, indem dadurch jeder Faden seine elektrische Atmosphäre erhalten hatte.

Als in diesem Zustande die elektrische Röhre nahe gebracht ward, jedoch ohne Funken herauszulocken, so fuhren die Fäden noch mehr aus einander; als sie aber zurückgezogen ward, so schlossen sie sich eben so dicht wieder an einander, indem die Atmosphäre des Leiters durch die Atmosphäre der Röhre in die Fäden hineingetrieben worden war, und beym Hinwegziehen der Röhre wieder zurück kehrte, wobey alsdann nicht das geringste von ihrer Atmosphäre zurück geblieben war.

Ward die elektrische Röhre unter die aus einander fahrenden Fäden gehalten, so begaben sie sich ein wenig an einander, indem ein Theil ihrer Atmosphären in den Leiter hinein getrieben worden war. Als sie wieder zurückgezogen ward, fuhren sie eben so weit von einander, indem derjenige Theil ihrer Atmosphären, welchen sie eingebüßt hatten, von dem Leiter wieder zurück kehrte, und die Röhre nicht das geringste von ihrer eigenen hinter sich gelassen hatte.

Wenn die elektrische Röhre 5 oder 6 Zoll weit von dem den Fäden entgegengesetzten Ende des Leiters gehalten ward, so sonderten sie sich von einander, und als man sie wieder zurücknahm, begaben sie sich abermals an einander; ward aber alsdann, da sie sich einander zurückstießen, ein Funken aus dem Leiter nicht weit von denselben hervorgelockt, so schlossen sie sich wieder an einander, und beym Zurückzie-

hen

hen der Röhre stießen sie sich ab. In beyden Fällen ließ die Röhre nicht das geringste von ihrer Atmosphäre hinter sich. Sie trieb bloß die natürliche Quantität der in dem Leiter vorhandenen Elektricität nach den Fäden; und als ein Theil derselben durch den herausgelockten Funken hinweggegangen war, ließ die Röhre den Leiter und die Fäden negativ, in welchem Falle dieselben einander zurück stießen, als wenn sie positiv elektrisirt worden wären.

Wenn in dieser Verfassung die elektrische Röhre dem Leiter nahe gebracht ward, so begaben sie sich wieder an einander, indem die Atmosphäre der Röhre die Atmosphäre des Leiters in die Fäden hinein trieb, um die Stelle der verloren gegangenen wieder zu ersetzen. Ward aber die Röhre wieder zurückgezogen, so öffneten sie sich wieder, indem die Röhre, wie zuvor, ihre ganze Atmosphäre mit sich hinweg genommen hatte. Ward die elektrische Röhre unter die mit negativer Elektricität aus einander fahrenden Fäden gebracht, so begaben sie sich noch mehr von einander, weil die Atmosphäre der Röhre noch mehr von den Atmosphären der Fäden hinweg trieb, und ihnen an deren Stelle nichts wieder gab.

Endlich brachte Franklin die elektrische Röhre dem ersten Leiter, als derselbe nicht elektrisirt war, nahe; und als die Fäden darnach aus einander fuhren, so hielt er seinen Finger nahe daran, und bemerkte, daß sie demselben auswichen. Franklin erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß, wenn ein Finger in die Atmosphäre der Glasröhre gebracht ward, ein Theil der natürlichen Elektricität durch seine Hand und durch seinen Leib zurückgetrieben werde, so daß der Finger sowohl als die Fäden negativ elektrisch blie-

blieben, in welchem Falle sie nothwendig einander zurückstoßen müßten. Zur Bestätigung dieser seiner Meynung hielt er einen dünnen Flocken Baumwolle, 2 bis 3 Zoll lang, nahe an den ersten Leiter, welcher durch elektrisch gemachtes Glas elektrisirt worden war, wobey sich die Baumwolle nach dem Leiter zu ausdehnte; und bemerkte, daß sie in diesem Zustande von dem Finger seiner andern Hand zurückwich, da sie zu gleicher Zeit von einem Drathe einer positiv geladenen Bouteille angezogen ward.

Alle diese Versuche des Herrn Franklin wurden von den Herren Wilke und Aepinus bestätigt, und viel weiter gebracht.

Wilke[t]) bemerkt, daß ein in eine elektrische Atmosphäre hinein gebrachter kleiner Körper, wenn derselbe von keinem andern Körper berührt wird, und man ihn, noch ehe er zurückgestoßen wird, wieder zurückzieht, nicht das geringste Zeichen einiger Elektricität zeigt; und wenn er ja dergleichen äußert, sie doch von eben der Art ist, wie diejenige Elektricität des Körpers, in dessen Atmosphäre er versenkt ward. Wird irgend ein mit dem Fußboden verbundener Körper an diesen leichten Körper gebracht, während dieser in der Atmosphäre des elektrischen Körpers versenkt bleibt, so wird er von demselben zuerst angezogen und nachher zurückgestoßen. Bringt man diesem leichten Körper eine Spitze nahe, und zieht ihn nachher wieder zurück, so erhält derselbe eine Elektricität, welche von der Elektricität des elektrisirten Körpers das Gegentheil ist. Hieraus schließt er, daß Theile unelektrischer Körper, welche in elektri-

t) De electricitatibus contrariis. Rostochi. 1757. 4.

trische Atmosphären versenkt worden, eine Elektricität erhalten, welche von der Elektricität der Atmosphäre, worin sie versenkt wurden, das Gegentheil ist.

Er stellte zwey große isolirte Leiter mit ihren Enden gegen einander, hieng eine Korkkugel an Seide zwischen dieselben, und bemerkte, daß, wenn er die elektrische Glasröhre an das eine Ende des einen Leiters hielt, die Korkkugel zwischen denselben sehr geschwind hin und her spielte, und wenn die Röhre eine Zeitlang in eben derselben Entfernung gehalten ward, in Ruhe blieb. Beym Hinwegziehen der Röhre nahm die Bewegung der Korkkugel wieder ihren Anfang, und hörte endlich, wie zuvor, nach und nach wieder auf. Wurden die Leiter, welche sich innerhalb der Röhre der Atmosphäre befanden, von einander geruckt, so gaben sie, wenn man sie nachher wieder an einander brachte, einen Funken von sich. Dieser Versuch bestätigte den Satz, daß derjenige Theil eines Körpers, welcher in die Atmosphäre eines elektrisirten Körpers versenkt wird, die entgegengesetzte Elektricität bekomme.

Den vollständigsten Beweis dieses allgemeinen Satzes aber gab ein gewisser Versuch des Herrn Aepinus [u]). Er legte auf das Ende eines großen metallischen Leiters ein kleines Gewicht, und führte es vermittelst einer seidenen Schnur von dem Leiter ab, während das Ende, worauf es ruhete, in die Atmosphäre eines elektrischen Körpers versenkt war, und fand, daß dasselbe wirklich eine Elektricität, welche von der Elektricität der Atmosphäre ganz verschieden war, bekommen hatte. Ward das Ende des Leiters, welches demjenigen, worauf das bewegliche Gewicht

u) Tentamen theoriae electricitatis. p. 129.

wicht lag, entgegengesetzt war, dergestalt eingerichtet, daß es mit der Erde eine Verbindung hatte, so bekam derjenige Theil desselben, welcher sich dem durch Reiben elektrisirten Körper nahe befand, dennoch die entgegengesetzte Elektricität. Als er das bewegliche Gewicht auf das gegen über befindliche Ende des Leiters, wenn derselbe isolirt war, stellte, so fand er, daß dasselbe bisweilen eine Elektricität, welche von der Elektricität des elektrisirten Körpers das Gegentheil war, bisweilen eben dergleichen, wiewohl schwache Elektricität, mannichmal aber auch gar keine Elektricität erhalten hatte.

Aepinus kam auf die Gedanken, daß dieser Satz nothwendig auch beym Glase, und allen übrigen elektrischen Körpern statt finden müsse, indem diese so gut wie Leiter in ihrem natürlichen Zustande eine gewisse Quantität elektrischer Flüssigkeit enthalten. Um dieses zu erforschen, nahm er eine Glasröhre, und machte das eine Ende derselben positiv elektrisch. Der Erfolg davon war, daß 4 oder 5 Zoll dieses Endes positiv, die zunächst darauf folgenden 2 Zoll negativ elektrisch waren, und der übrige Theil der Röhre wieder, wiewohl schwach, positiv elektrisch war. Er wiederholte diesen Versuch sehr oft mit dem nämlichen Erfolge, wie er sich denn auch statt des Glases einer dichten Schwefelstange bediente. Zur Erklärung dieser Begebenheit nimmt er an, daß die dem Ende der Röhre mitgetheilte Elektricität die natürliche Quantität der Flüssigkeit in dem Glase auf eine gewisse Entfernung zurückstoße. Diese aus ihrem natürlichen Zustande sich herausbegebende Quantität wird seiner Meynung nach verdichtet, und vertreibt folglich eine andere Quantität der dem Glase natür-

natürlichen elektrischen Flüssigkeit aus ihrer Stelle, da denn auf diese Art die ganze Stange abwechselnd positiv und negativ elektrisch wird. Aepinus behauptet, daß er bloß durch Theorie auf diesen Versuch gekommen sey, indem die Begebenheit mit demjenigen genau übereinstimmt, was er vorher als nothwendige Folge aus Franklin's Grundsätzen von der positiven und negativen Elektricität abgeleitet hatte.

Aepinus wurde zu diesen Versuchen durch die oben erwähnten Experimente des Herrn Wilke veranlaßt. Beyde Herren, welche sich damals zu Berlin aufhielten, setzten diese Versuche gemeinschaftlich fort, bis sie dadurch auf die Entdeckung einer Methode fielen, eine Tafel Luft auf eben die Art, wie bisher gewöhnlich mit Glastafeln geschehen war, zu laden, und über den berühmten Leydenschen Versuch noch mehr Licht zu verbreiten.

Bey den vorigen Versuchen beobachteten diese Herren, daß der negative Zustand des einen Körpers von dem entgegengesetzten Zustande des andern abhieng, wie es denn mit den zwey Seiten einer geladenen Glasscheibe gerade dieselbe Bewandtniß hatte; und der Grund der Nichtmittheilung eben derselben Elektricität war offenbar die Undurchdringlichkeit des Glases für die elektrische Flüssigkeit in dem einen, und die Undurchdringlichkeit der Luft in dem andern Falle. Bey diesem Gedanken machten sie verschiedene Proben, die elektrische Erschütterung vermittelst der Luft hervorzubringen. Endlich gelang es ihnen, da sie große hölzerne Bretter, welche mit Blech überzogen waren, mit den flachen Seiten in gleicher Weite, und zwar einige Zoll von einander, aufhiengen.

Denn sie fanden, daß, wenn das eine Brett positiv elektrisirt ward, das andere, dem vorigen Versuche gemäß, allemal negativ elektrisch war. Die Entdeckung ward aber dadurch vollständig gemacht und außer Zweifel gesetzt, da jemand die eine Tafel mit der Hand anrührte, und seine andere Hand an die andere Tafel brachte, da er denn einen erschütternden Schlag durch seinen ganzen Körper empfand, der dem bey dem Leydenschen Versuche entstehenden völlig ähnlich war.

Mit dieser Lufttafel stellten sie mancherley Versuche an. Die beyden mit Blech überzogenen Bretter, da sie sich in entgegengesetzten Zuständen befanden, zogen einander stark an, und würden sich mit Gewalt einandert genähert haben, wenn sie nicht durch Schnüre von einander gehalten worden wären. Bisweilen entladete sich die Elektricität von beyden durch einen zwischen denselben herausfahrenden Funken, als wenn eine Glasscheibe von allzuscharfer Entladung zersprang. Ein dazwischen gehaltener Finger beförderte die Entladung, und fühlte den erschütternden Schlag. Ward an einer der Tafeln eine Erhabenheit gemacht, so geschah allemal die Selbstentladung da hindurch, und wenn ein spitziger Körper auf eine derselben gesteckt war, so ward dadurch die Ladung ganz und gar gehindert.

Der Zustand dieser zwey Tafeln stellt, wie sie bemerken, gerade den Zustand der Wolken und der Erde bey einem Gewitter vor, indem die Wolken allemal in dem einen, und die Erde in dem entgegengesetzten Zustande sich befinden, während der zwischen denselben befindliche Körper von Luft eben die Wirkung hervorbringt, wie die kleine Lufttafel

zwi-

zwischen den Brettern, oder die Glastafel zwischen den beyden Metallbelegungen bey dem leydenschen Versuche. Die Erscheinung des Blitzes ist das Zerbersten der Lufttafel bey einer von selbst erfolgenden Entladung, welche allemal durch Erhabenheiten erfolgt, und die Körper, durch welche die Entladung bewerkstelligt wird, werden stark erschüttert.

Ihrer Meynung nach ließ sich auch aus demselben Grundsatze eine gewisse Beobachtung des Herrn Nollet erklären, da sich nämlich die Elektricität oft stark äußerte, wenn das Zimmer voller Menschen war, und insbesondere noch weit mehr, wenn viele derselben sich nahe an einander drängten, um die Versuche mit anzusehen. Der Leiter befand sich alsdann in dem einen, und die Gesellschaft in einem andern Zustande, so daß, indem diese eine ansehnliche Fläche ausmachte, jemand, der einen Funken aus derselben herauslockte, als wodurch er die Elektricität der ganzen Gesellschaft entladete, denselben weit stärker fühlte, als wenn er einzeln gestanden hätte.

Dieselben Versuche waren dem Herrn Aepinus auch dazu behülflich, sich von der Undurchdringlichkeit des Glases für die elektrische Flüssigkeit einen weit deutlichern Begriff zu machen. Denn da sich eine Lufttafel eben so gut wie eine Glastafel laden läßt, so muß diese Eigenschaft, es sey auch was es wolle, nothwendig beyden gemein seyn, und es konnte unmöglich, wie Franklin vormals behauptete, etwas der innern Struktur des Glases eigenthümliches seyn. Die Undurchgänglichkeit muß daher, schließt er, allen elektrischen Körpern gemein seyn; und da sie insgesammt durch Mittheilung Elektricität bis zu einem gewissen Grade erhalten, so muß es in der Schwie-

rigkeit und Langsamkeit, mit welcher die elektrische Flüssigkeit sich in ihren Zwischenräumchen bewegt, bestehen, da sie hingegen in vollkommenen Leitern ganz und gar kein Hinderniß antrifft.

Eben diese Folge von Versuchen war es auch vornämlich, welche Hrn. Aepinus dahin brachte, das Daseyn elektrischer Atmosphären, welche in Ausdünstungen aus elektrisirten Körpern bestehen, zu läugnen.

Indessen scheint er dieses als eine kühne Meynung zu betrachten, indem er hierin, wie er sagt, von allen Elektrisirern, welche vor ihm geschrieben haben, und auch sogar von Franklin selbst abgehe; ungeachtet die gemeine Meynung, wie er glaubt, durch die allgemeinen Grundsätze seiner Theorie gar nicht begünstigt wird, wobey man annimmt, daß sich die elektrische Flüssigkeit mit einer Schwierigkeit durch jede elektrische Substanz, gleich der Luft, bewege.

Da sich aber die Elektricität an dem bloßen Körper wie ein Spinngewebe fühlen lasse, so könnte man zwar behaupten, daß die elektrische Atmosphäre wirklich etwas in die Sinne fallendes enthalten müsse; allein er antwortet hierauf, daß dieses Gefühl und der Schwefelgeruch elektrischer Körper nichts weiter als Empfindungen seyen, welche bloß durch die Wirkungen der Flüssigkeit in den elektrisirten Körpern auf die elektrische Flüssigkeit in den Nasenlöchern oder der Hand, oder auf diese Theile des Leibes selbst in einem unelektrisirten Zustande, verursacht werden, und daß sie von einer Person, welche nicht dieselbe Art und denselben Grad der Elektricität besitzt, gar nicht gefühlt werden.

Eben

Eben daher glaubt er, daß man keinesweges einen hinreichenden Grund habe, solche Atmosphären anzunehmen; und erklärt, daß, so oft er sich des Worts bediene, er nichts weiter darunter verstehe, als den Wirkungskreis der einem gewissen Körper zugehörigen Elektricität. Oder es kann auch, sagt er, die benachbarte Luft, welche dadurch elektrisirt wird, so genannt werden.

Daß aber dergleichen Atmosphären, fährt er fort, auf elektrische Versuche von weniger Wirkung sind, erhellt aus dem Umstande, daß, wenn mit einem Blasebalge dagegen geblasen wird, die Elektricität des Körpers, welche denselben umgiebt, keine merkliche Verminderung erleidet. Er behauptet, daß die elektrische Flüssigkeit gänzlich in dem elektrisirten Körper ihren Sitz habe, und von da ihr Anziehen und Zurückstoßen in einer gewissen Entfernung äußere.

Auch Beccaria x) hatte aller Wahrscheinlichkeit nach vor Aepinus behauptet, daß elektrische Körper keine andere Atmosphäre, als diejenige Elektricität hätten, welche der benachbarten Luft mitgetheilt wird, und der oben von ihm erwähnten Entdeckung gemäß in die Luft, und nicht in die elektrisirten Körper übergeht.

Eben dieser Beccaria erwähnt auch noch eines Versuchs, welcher, seiner Meynung nach, ausdrücklich beweißt, daß alle irgend einem Körper mitgetheilte Elektricität sich nicht in der Luft verbreite, sondern sich an die Oberfläche des Körpers ansetze. Er elektrisirte einen großen Leiter von Goldpapier, wovon

x) Elettricismo artificiale e naturale. p. 54.

wovon die Vergoldung an verschiedenen Stellen herum ganz und gar hinweg war, und bemerkte, daß, so oft er denselben entladete, indem er an dem Ende einen Funken herauslockte, an allen goldleeren Stellen andere Funken sichtbar wurden, weil die Ladung der entferntesten Theile durch die Substanz des Metalls hindurch, und nicht zugleich mit der Luft, gegangen war, wie wenigstens der größte Theil davon gethan haben würde, wofern er sich daselbst aufgehalten hätte.

Canton's Meynung ist zuletzt, wie Priestley bemerkt, ebenfalls gewesen, daß elektrische Atmosphären nicht in Ausdünstungen aus elektrisirten Körpern, sondern bloß in einer Veränderung des Zustandes der in der Luft, welche dieselben umgiebt, enthaltenen oder dazu gehörigen elektrischen Flüssigkeit, bis zu einer gewissen Entfernung, bestehen; daß durch Reiben elektrisch gemachtes Glas die elektrische Flüssigkeit davon zurückstößt, und mithin jenseit dieser Entfernung dieselbe dichter macht; daß hingegen elektrisirtes Siegellack die in der Luft befindliche elektrische Flüssigkeit näher an sich zieht, und dieselbe dünner macht, als sie zuvor war.

Es ist bereits oben bemerkt, daß ein gewisser Versuch des Herrn Franklin, welcher seiner Meynung nach darthun soll, daß elektrische Atmosphären die Luft nicht ausschließen, uns mit allem Rechte das Daseyn solcher Atmosphären vermuthen lasse, da bekannter Maaßen die Elektricität die Luft fortstößt. Ein anderer Versuch von derselben Beschaffenheit ward von Darwin [y]) angestellt. Er nahm nämlich eine Glasröhre, welche an dem einen Ende offen und an dem

m) Philos. Trans. Vol. L. P. I. p. 351.

dem andern mit einer Kugel versehen war. Diese Kugel und die Hälfte der Röhre belegte er, und nachdem er dieselbe umgekehrt und einen beträchtlichen Theil davon in ein Gefäß, worin Terpentinöl befindlich war, getaucht hatte, steckte er einen Drath hinein, und ladete sie. Er bemerkte, daß das Oel ganz und gar nicht zu Boden fiel. Hieraus schloß er, daß die rings um den Drath und die Belegung der Röhre über dem Oele fließende elektrische Atmosphäre die Luft nicht vertreibe, sondern sich in ihren Zwischenräumen aufhalte.

Ein den Versuchen der Herren Franklin und Darwin ähnlicher Versuch wurde von Beccaria [a]) angestellt. Er nahm eine belegte Phiole und steckte ein kleines Glasröhrchen hinein, welches daselbst, wo es aus der Phiole hervorgieng, horizontal umgebogen war; er verklebte es mit Kitt, und brachte leichte Asche an das äußerste Ende des Röhrchens, welches eine überaus feine Oeffnung hatte, und bemerkte allemal, daß die Asche hinweggeblasen ward, so oft ein Funke in die Phiole hineinfuhr; nachher aber begab sich dieselbe nach dem Ende des Röhrchens zu wieder zurück.

Obgleich Franklin verschiedene wichtige Entdeckungen in Ansehung der Leydner Flasche gemacht hatte, so blieben ihm doch noch manche Umstände unbekannt und unerklärbar. Erst durch die wichtige Erfindung der Herren Wilke und Aepinus, den erschütternden Schlag vermittelst einer geladenen Luftscheibe hervorzubringen, wurde ein vorzügliches Licht über die Eigenschaften der Leydner Flasche verbreitet.

Es

a) Lettere dell' elettricismo. p. 79.

Es ist daher natürlich, zu vermuthen, daß sich mehrere Elektrisirer mit Untersuchungen über die Leydner Flasche beschäftigten, und Versuche unter mancherley abgeänderten Umständen anstellten, um die wundervolle Wirkung dieser Verstärkungsflasche zu einer Gewißheit zu bringen.

Gleich nach der Entdeckung des durch Glas hervorgebrachten erschütternden Schlages machten die Elektrisirer Versuche, auch andere elektrische Substanzen zu laden; allein sie wollten vor Beccaria niemanden glücken. Dieser fand [a]), daß eine sehr glatte Tafel Siegellack, welche dadurch zubereitet ward, daß man diese Substanz, wenn sie geschmolzen war, auf einen mit Oel getränkten marmornen Tisch goß, eine ziemliche Ladung bekam.

Denselben Versuch stellte er noch mit verschiedenen andern elektrischen Körpern an, und bemerkte, daß ein Gemenge von Pech und Geigenharz weniger als Siegellack, hingegen mehr als Schwefel, und noch um einen großen Theil mehr als Pech allein, sich laden ließ.

Einen der merkwürdigsten Versuche über diesen Gegenstand stellte Beccaria in dieser Absicht an, um in Ansehung der wirklichen Richtung der elektrischen Flüssigkeit bey einer Entladung etwas Gewisses zu bestimmen. Er hieng eine überzogene Glastafel an einen seidenen Faden auf, und nachdem er sie geladen und in völliger Ruhe gelassen hatte, bemerkte er, daß, wenn die Entladung vermittelst eines an beyden Seiten zugleich nahe gebrachten gekrümmten Draths geschah, der Glastafel keine Bewegung mit-

a) Lettere dell' eletricismo. p. 64.

mitgetheilt ward. Dieser Versuch bewies in der That die Gegenwirkung des Glases auf die elektrische Materie, wodurch die Tafel in Ruhe gehalten ward, obgleich die elektrische Flüssigkeit mit großer Heftigkeit von der einen Seite nach der andern zuschoß. Er vergleicht das Glas mit einer zwischen zwey andern hangenden elfenbeinernen Kugel, welche ihren Ort behält, wenn die auf beyden Seiten befindlichen nach einem der einen derselben beygebrachten Stoße sich zurückbewegen.

Hartmann [b]) in Hannover hat einen Versuch mitgetheilt, welcher die fortschreitende Bewegung der Explosion zu beweisen scheint. Er ließ den elektrischen Schlag durch eine Menge Stückkugeln, bisweilen an die 40, welche auf kleinen Trinkgeschirren nahe an einander gelegt waren, hindurch fahren, wobey sämmtliche Funken in ein und demselben Augenblicke gesehen wurden, und alles Schnappen nur einen Knall ausmachte. Nahm er aber, anstatt der metallenen Kugeln, Eyer, so war die fortschreitende Bewegung der Explosion sichtbar; und zwey und zwey gaben immer schnappende und brennende Funken von sich. Dieser Versuch erfordert eine der Elektricität sehr günstige Witterung, und es ist, wie er versichert, gemeiniglich mit 10 oder 11 Eyern am besten gelungen.

Einen sinnreichen Versuch stellte auch Amadeus Lullin [b]) zu Genf in der Absicht an, um die Richtung

b) Abhandl. von der Verwandsch. u. Aehnlichk. der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. S. 58.

c) Diss. phys. de electricitate p. 24.

tung der elektrischen Flüssigkeit bey Explosionen zu bestimmen, welcher, wie er glaubt, dem Kreuzversuche näher kömmt, als irgend ein anderer. Er legte eine gemeine Karte in den Bezirk der Explosionen, während der Drath, welcher mit der positiven Seite der Flasche verbunden war, auf der einen Seite derselben, und der mit der negativen verbundene auf der andern Seite lag, und die Enden derselben nicht einander gegen über, sondern etwas entfernt gelegt worden waren. Nachdem er diese Einrichtung gemacht hatte, so bemerkte er, daß beym Entladen die Karte beständig dicht an dem Ende des mit der negativen Seite der Flasche verbundenen Draths durchbort war, als ob die elektrische Flüssigkeit, welche von der positiven Seite der Flasche in den damit verbundenen Drath hinein und aus dem Ende desselben hinaus fuhr, durch ihren eigenen elektrischen Stoß längs der Oberfläche der Karte getrieben worden wäre und dieselbe nicht eher durchbort hätte, als bis sie dem Ende des andern Draths gegen über gekommen wäre, welcher mit der negativen Seite in Verbindung stand, wodurch dieselbe stark angezogen ward.

Ein anderes merkwürdiges Experiment über die Leydner Flasche ward vom Prof. Richmann zu Petersburg angestellt. Er überzog beyde Seiten einer Glasscheibe 2 oder 3 Zoll vom Rande, und befestigte leinene Fäden an dem obern Theile des Ueberzuges an beyden Seiten. Wenn die Scheibe nicht geladen war, hiengen diese Fäden dicht an dem Ueberzuge herab; wenn er aber die Scheibe aufrecht stellte, und sie ladete, so bemerkte er, daß, wenn weder die eine noch die andere Seite von seinem Finger oder sonst einem andern mit der Erde verbundenen Leiter berührt ward,

beyde

beyde Fäden von dem Ueberzuge zurückfuhren, und in gleicher Entfernung davon abstanden; brachte er aber seinen Finger, oder irgend einen andern Leiter, an eine Seite, so begab sich der an dieser Seite hangende Faden näher nach dem Ueberzuge hin, während der Faden an der abgewandten Seite um eben so viel zurückwich; und daß, wenn sein Finger dicht an eine Seite gebracht ward, der Faden auf dieser Seite ebenfalls dicht daran fiel, während der Faden auf der entgegenstehenden Seite zweymal so weit, als er anfänglich gehangen hatte, zurückwich, so daß die beyden Fäden allemal dergestalt hiengen, daß sie einerley Winkel mit einander machten.

Aepinus [d]) zeigte, daß es eigentlich der Wahrheit nicht gemäß sey, daß eine freystehende Person, wenn sie die Leydner Flasche durch ihren eigenen Körper hindurch entladet, keine Elektricität bekomme. Als er eine große Lufttafel elektrisirte, nahm er wahr, daß, wenn die nähere Tafel positiv elektrisirt war, er durch das Entladen eine positive, wenn sie hingegen negativ elektrisch war, er eine negative Elektricität bekam. Er nimmt an, daß der Grund, warum Franklin der Versuch nicht gelungen sey, darin gelegen habe, daß die Oberflächen, womit er den Versuch angestellt hat, nicht groß genug gewesen seyen, die Wirkung merklich zu machen; und daß die Entfernung der metallenen Platten ebenfalls kleiner gewesen sey, als sie bey Ladung des Glases hätte seyn sollen.

Nach dem von Wilke entdeckten Grundsatze, daß nämlich die Elektricität des einen Körpers die Elektricität eines andern, vornämlich wenn derselbe eine breite Oberfläche hat und er ihm die entgegengesetzte Elektri-

d) Tentamen theor. electric. p. 27.

Elektricität ertheilt, zurückstoße, hatte Cigna *) eine neue Methode, die Phiole zu laden, erfunden.

Er legte eine glatte Bleyplatte auf einen elektrischen Körper, und lockte unterdessen, daß er einen elektrischen Körper, z. B. einen seidenen Strumpf, daran brachte, mit dem Drathe einer Phiole aus der entgegenstehenden Seite einen Funken heraus; nahm alsdann den Strumpf hinweg, und erregte einen andern Funken vermittelst seines Fingers oder irgend eines mit dem Fußboden verbundenen Leiters. Als er den Strumpf zum zweytenmal der Platte näher brachte, erregte er mit dem Drathe der Phiole, wie vorher, einen zweyten Funken, und bey Wiederhinwegnehmung desselben einen andern auf dieselbe Art vermittelst seines Fingers. Dieses Verfahren wiederholte er so lange, bis die Phiole geladen war, welches bey günstiger Witterung mit sehr weniger Verminderung der Elektricität des Strumpfs geschah.

Wenn er, anstatt einen zweyten Funken vermittelst seines Fingers herauszulocken, den Drath einer andern Phiole dazu gebrauchte, so ward diese ebenfalls, ohne daß ein mehreres dazu erforderlich gewesen wäre, und zwar mit einer der Elektricität der andern Phiole entgegengesetzten Elektricität geladen. Ward der zweyte Funken vermittelst des Ueberzuges eben derselben Phiole erregt, so geschah das Laden geschwinder, die Operation aber war mühsam zu bewerkstelligen.

Diese neue Methode des Ladens der Phiole läßt sich aus dem vorerwähnten Grundsatze leicht erklären. Da die hinzunahende Elektricität in dem Strumpfe nicht

*) Miscellanea societ. Taurinens. 1765. p. 49. sqq.

nicht geschickt ist, sich in die platte breite Oberfläche des Metalls hinein zu begeben, so treibt sie das elektrische Fluidum aus dem entgegenstehenden Theile der Platte hinaus, nach der andern Seite zu, welche, weil sie dadurch überladen wird, ihren Ueberfluß an den Drath der Phiole abtritt. Wenn der Strumpf hinweggenommen wird, so hat die Platte weniger als ihren natürlichen Theil von der elektrischen Flüssigkeit, und es läßt sich daher ein Funken, entweder vermittelst des Fingers oder des Draths einer andern Phiole, gar leicht erregen.

Cigna macht zwischen der elektrischen Flüssigkeit, welche den erschütternden Schlag hervorbringt, und derjenigen, von welcher einige andere Erscheinungen überzogenen Glases abhangen, einen beträchtlichen Unterschied. Von jener, deren Quantität am größten ist, glaubt er, daß sie sich entweder in dem Ueberzuge selbst, oder auf der Oberfläche des Glases befinde, da hingegen die andere, seiner Meynung nach, sich in die Zwischenräume des Glases hineinbegeben, und auf dessen Substanz selbst gewirkt hat.

Er legte zwey wohl getrocknete Glastafeln über einander, als wenn sie nur aus einem Stücke bestanden hätten. Die untere war auswendig belegt. Nachdem er dieselben isolirt hatte, rieb er wechselsweise die obere Tafel mit der einen Hand, und erregte mit der andern aus dem Ueberzuge der untern einen Funken, so lange bis sie geladen waren, da alsdann der Ueberzug nnd beyde Tafeln fest an einander hiengen. Als er hierauf die andere Seite belegte, und eine Verbindung zwischen dieser Belegung und der andern veranstaltete, erfolgte die gewöhnliche Explosion. Ungeachtet aber die Tafeln auf solche Art entladen waren, hien=

hiengen sie doch noch zusammen; und ob sie gleich, so lange sie sich in diesem Zustande befanden, weiter kein anderes Zeichen von Elektricität äußerten, so fand sich doch, als sie von einander gesondert wurden, daß jede eine Elektricität an sich hatte, welche von der Elektricität der andern das Gegentheil war.

Wenn die beyden Tafeln vor ihrer Entladung von einander genommen wurden, und die Belegung an jeder berührt ward; so kam aus jeder ein Funken zum Vorschein; und wenn sie auf einander gelegt wurden, hiengen sie wieder, wie vorher, zusammen, waren aber zur Hervorbringung eines Schlags unfähig geworden.

Er vergleicht daher diejenige Elektricität, welche den erschütternden Schlag hervorbringt, mit der Elektricität der metallenen Platte bey dem vorigen Versuche, welche bey Erregung eines Funkens verloren geht, so wie die Seide davon zurückgenommen wird, und von derjenigen Elektricität, wodurch die zwey Glastafeln zusammenhangen, verschieden ist. Die eine wird auf einmal, die andere hingegen langsam zerstreut; die eine befindet sich, seiner Meynung nach, in den Leitern oder auf den Oberflächen elektrischer Körper, und die andere in der Substanz selbst.

Außerdem haben verschiedene Elektrisirer Versuche mit der leydner Flasche angestellt, welche beweisen, daß die angehäufte Elektricität eine außerordentliche Wirkung auf die Körper äußert. So bemerkt Watson in einer am 28ten Jun. 1764 der königl. Societät vorgelesenen Abhandlung, daß die angehäufte Elektricität, welche durch einen feinen Drath schnell hindurch geht, eine merkwürdige Wirkung her-

vor-

vorbringe, wie aus Kinnersley's Versuche erhelle. Dieser ließ nämlich in Franklin's Gegenwart die elektrische Materie aus einem Flaschenfutter mit einem Male durch einen feinen eisernen Drath hindurchgehen. Der Drath erschien zuerst glühend, und zerschmolz alsdann in Tropfen, welche selbst in die Oberfläche seines Tisches oder Fußbodens hinein brannten. Diese Tropfen nahmen beym Kaltwerden eine sphärische Gestalt an, wie ganz kleiner Schrot, wovon Franklin etwas an Canton übersandte, welcher den Versuch nachmachte. Dieß beweißt, daß das Schmelzen ganz vollkommen erfolgt sey, indem geschmolzenes Eisen eine solche Gestalt nicht anders, als bey der vollkommensten Flüssigkeit, erhalten kann.

In einer derselben Abhandlung beygefügten Anmerkung bemerkt Canton, daß der Durchmesser eines Stücks von Kinnersley's Drathe, welches er von Franklin bekommen, $\frac{1}{182}$ eines Zolls betragen habe; imgleichen, daß ein aus einem Flaschenfutter von 35 Bouteillen erregter künstlicher Blitz messingenen Drath von $\frac{1}{300}$ eines Zolls gänzlich zerstöre. In dem Augenblicke, da der Schlag geschah, fuhr eine Menge Funken, wie vom Stahl und Feuersteine, auf- und seitwärts von demjenigen Orte, wo der Drath lag, welche am hellen Tage in einer Entfernung von ohngefähr 2 oder 3 Zoll ihr Licht verloren. Nach der Explosion zeigte sich so lang der Drath gegangen war ein Brandmal auf dem Tische, und man entdeckte vermittelst eines Vergrößerungsglases nahe an dem Brandmale ganz runde Theilchen von Messing; vom Drathe aber war nicht das geringste zu finden [f]).

Be-

f) Philos. Transact. Vol. LIV. p. 208.

Beccaria [g]) brachte kleine Stückchen Metall zum Schmelzen, ohne sie in Glastafeln einzuschließen oder damit zu bedecken. Er glaubte aber, daß von allen Metallen einerley Farbe auf das Glas abgedruckt würde, und daß dieser Umstand eine Spur der Grundtheile sey, welche bey allen einerley sind.

Dalibard [h]) bemerkte, daß, wenn eine große Glastafel sich von selbst entladete, der Glanz an dem Orte der Entladung hinabgieng, und daß das Merkmal, welches sie zurückließ, gemeiniglich, wie er sich ausdrückt, wie ein Zickzack hin und her gieng. Mit dem Stücke Glas, womit er diese Entladung verrichtete, durchborte er 160 Blätter Papier. Es enthielt 1200 Quadratzoll.

Wilke [i]) sagt, daß, wenn ein kleines Stück Metall in einer seidenen Schnur eines zu dieser Absicht dünn gemachten Glasbecher gegen über gehängt werde, bey dem von selbst erfolgenden Entladen durch diesen Ort hindurch das Stück Metall 5 bis 6 Zoll weit abgestoßen werde.

Winkler brachte Bärlappsamen (semen lycopodii) in Brand, indem er eine Phiole durch eine Quantität desselben hindurch sich entladen ließ; wie auch Knallgold, das auf ein Stück Pergament gelegt war, welches durch die Explosion zerriß.

Durch den elektrischen Schlag war Beccaria [k]) vermögend, Borax und Glas zu schmelzen. Die merk-

g) Elettricismo artificiale e naturale p. 134. sq.

h) Histoire abregée de l'électricité p. 84.

i) Anmerkungen über Franklin's Briefe. S. 266.

k) Lettere dell' elettricismo. p. 282.

merkwürdigsten seiner Versuche mit dem elektrischen Erschütterungsschlage aber sind diejenigen, wodurch er Metalle reducirte, welches er dadurch bewerkstelligte, daß er die Explosion zwischen zwey Stücken der metallischen Kalke veranstaltete. Auf diese Art reducirte er verschiedene Metalle, und unter andern auch Zink. Er stellte sogar wirkliches Quecksilber aus Zinnober dar. Bey dergleichen Reduktionen bemerkte er allemal unter den farbigen metallischen Flecken schwarze Striche, welche, seiner Meynung nach, von dem Phlogiston herrührten, welches von den verglasten Theilen dahin getrieben worden war, wenn der andere Theil den Kalk reducirte.

Noch einen andern Versuch stellte er mit dem elektrischen Schlage an, indem er denselben durch Messingstaub, welchen er zwischen zwey Tafeln von Siegellack gestreuet hatte, hindurch fahren ließ. Es war alles zusammen vollkommen hell und durchsichtig.

Mit dem elektrischen Schlage machte er auch denjenigen Hauptversuch, worauf er sich bey seiner Theorie des Gewitters so sehr gründete, und wodurch er erweislich machte, daß die elektrische Materie bey ihrem Durchgange alle leichte leitende Substanzen mit sich hinwegrisse, wodurch sie geschickt gemacht wird, durch eine Quantität einer widerstehenden Zwischenmaterie hindurch zu dringen, welches sonst auf keine andere Weise möglich wäre. Er that ein schmales Stück Silberblättchen zwischen zwey Wachstafeln, und legte es quer über dieselben, jedoch so, daß es nicht ganz bis an eine der Seiten reichte. Als er die Entladung durch dieses Stückchen Metall hindurch veranstaltet hatte, indem er einen Drath dem Silber gegen über da, wo es aufhörte, hielt, fand er das

Silber geschmolzen, und einen Theil desselben längs dem Wege, welchen die elektrische Materie genommen hatte, zwischen den Wachstafeln, von dem Silber an bis nach dem Drathe, zerstreut. Ein Zufall gab ihm Gelegenheit, eine andere Begebenheit von gleicher Art zu beobachten. Als er nämlich einstmals unvorsichtiger Weise die Ladung eines kleinen Glasbechers durch Rauch vom Salpetergeist hindurch auffieng, bekam er ein Loch in seinen Daumen, wo das Feuer hineingegangen war, welches, seiner Meynung nach, bloß durch den Salpeter, welchen das elektrische Fluidum mit sich hinweggeführt hatte, verursacht worden seyn konnte.

So gewaltsam auch gemeiniglich die elektrische Explosion den menschlichen Körper rührt, so giebt es doch Beyspiele von Personen, welche ganz und gar nichts davon gefühlt haben; insbesondere 3 oder 4, deren Musschenbroek Erwähnung thut, worunter sich eine junge Weibsperson befand.

Uebrigens führt Priestley in seiner Geschichte der Elektricität einen Versuch von Canton an, welchen er für sehr wichtig hält, weil er wahrscheinlich über die Elektricität des Tourmalins einiges Licht verbreiten könne.

Er ließ sich einige dünne Glaskugeln von ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser mit 8 oder 9 Zoll langen Stielen oder Röhren verfertigen, machte einige davon inwendig positiv und andere negativ elektrisch, nach Art des Ladens der Leydner Flasche, und versiegelte dieselben alsdann hermetisch. Als er unmittelbar darauf die bloßen Kugeln an seinen Elektricitätszeiger brachte, äußerten sie nicht das geringste

Merk-

Merkmal von Elektricität; hielt er sie aber 5 oder 6 Zoll weit vom Feuer, so wurden sie in gar kurzer Zeit stark elektrisch, und noch mehr, als sie kalt geworden waren. So oft diese Kugeln erhitzt wurden, theilten sie entweder das elektrische Fluidum andern Körpern mit, oder nahmen es von denselben an, nach Beschaffenheit des mehrern oder wenigern Zustandes innerhalb derselben. Wurden sie oft heiß gemacht, so ward ihre Kraft merklich vermindert; eine aber, die eine Woche lang im Wasser gelegen hätte, schien dadurch nicht im mindesten geschwächt worden zu seyn. Diejenige, welche er unter Wasser gehalten hatte, war am 22. Sept. 1760 geladen, und verschiedene Mal heiß gemacht worden, ehe sie in's Wasser gekommen war, auch war sie nachher sehr oft erhitzt worden, und dennoch hatte sie am 31. Octob., als er einen Bericht davon an Franklin übersandte, ihre Kraft noch in einem beträchtlichen Grade behalten. Da es sich von ohngefähr zutrug, daß zwey seiner Kugeln zerbrachen, so erhielt er dadurch Gelegenheit, ihre Dicke zu messen, und fand, daß dieselbe 7 bis 8 Tausendtheil eines Zolls betrug.

Auch fand Lullin, daß eine geladene und hermetisch versiegelte Glasröhre, wenn sie heiß gemacht worden war, Merkmale von Elektricität äußerte.

Nach Beccaria stellte vorzüglich Wilke[1]) verschiedene Versuche und Untersuchungen an, wie die elektrische Ladung und der Schlag durch mehr Körper, als Glas und Porzellan, erhalten werden können. Da

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XX. S. 241. d. d. Uebers.

Da er hierbey auf die Umstände genauer als Beccaria Acht gab, so verdient das wesentlichste davon angeführt zu werden. Bey allen seinen Versuchen, welche Wilke zu dieser Absicht angestellt hat, ward er überzeugt, daß alle Körper, welche durch Reiben eine ursprüngliche Elektricität erhalten können, eben so dienlich sind, die Ladung anzunehmen und den Schlag zu geben, als Glas.

Auf seine Versuche wurde er, wie er anführt, durch folgende Schlüsse geleitet: wenn sich andere Körper eben so, wie das Glas, laden und entladen lassen sollten, so hielt er es für nothwendig, die Körper, bey welchen dieses untersucht werden sollte, vollkommen in die Umstände zu versetzen, worin sich das Glas befindet, wenn es diese bewundernswürdigen und heftigen Wirkungen zeigt. Die Ursache, warum dergleichen Versuche Andern nicht haben glücken wollen, scheint nach ihm die gewesen zu seyn, daß die von ihnen gebrauchten Gefäße zu dick oder zu klein gewesen sind, eine zulängliche Ladung anzunehmen, die sich durch einen deutlichen Schlag entdeckte. Die Schwierigkeit, solche Gefäße nach Gefallen zu verfertigen, veranlaßte ihn zuerst, auf einen neuen Ausweg zu denken. Es ist nämlich bekannt, daß die Gestalt des Glases selbst nicht das geringste zur Ladung des Glases beyträgt, sondern daß eine glatte gläserne Tafel hiebey eben die Dienste thut, wie Flaschen und hohle gläserne Gefäße, welche mit Wasser, Feilspänen und Schrot gefüllt sind. Daher bediente er sich dieser Gestalt, als der bequemsten, indem er sehr leicht dergleichen Tafeln von andern Materien zurichten konnte, welche sich nachher eben so gut wie Glas laden lassen, wenn man ihnen die gewöhnlichen Belegungen giebt, und

und nachher die Elektricität der einen Seite mittheilt, und sie von der andern ableitet.

Um nun hiebey aufs sicherste zu verfahren, so suchte er zuförderst alle Umstände genau zu erwägen, welche einige Aenderung bey der Ladung des Glases, besonders in Absicht auf die Stärke des Stoßes selbst, machen könnten. Denn eben hieraus glaubte er nachher etwas gewisses bey den andern Körpern wegen des glücklichen oder unglücklichen Ausgangs jedes Versuchs muthmaßen zu können.

Aus einer Menge von Versuchen, welche er in dieser Absicht mit dem Glase anstellte, und mit andern verglich, sind von ihm einige allgemeine Regeln zusammengezogen worden, welche er für zuverlässig hielt, weil sie ihm die größten Dienste bey seinen Versuchen geleistet haben, und das einzige waren, was ihm darin den Weg zeigte. Aus Mangel vollkommener Elektrometer beurtheilte er die Verstärkung der elektrischen Ladung mit Glas aus der Heftigkeit und Wirkung des Wassers auf seinen eigenen Körper; aus dem stärkern oder schwächern Klange des Schlags und der Stärke der dabey entstandenen Funken, aus der Menge der Funken und Schwingungen, welche eine metallene Kugel, die an einem langen seidenen Faden hieng, zwischen den beyden Leitern des geladenen Glases, dem positiven und negativen, machte, aus der Wirkung des Schlages und des Stoßes auf andere Körper, als ihrer Entzündung, Durchbohrung, Schmelzung. Er fand, daß sich die Stärke der Ladung nach folgenden Hauptumständen richtet: 1. die Dicke des Glases, 2. desselben Weite oder Größe, 3. die Stärke der Elektrisirkugel, und 4. die Beschaffenheit des Leiters.

Die Dicke des Glases thut so viel zur Sache, daß sie den Versuch ganz hindern kann. Gläser, welche dicker als 2 Linien waren, ließen sich nur wenig laden; ein dünneres Glas aber nahm eine ansehnliche Ladung an. Eine kleine Glaskugel, welche $\frac{1}{10}$ einer Linie dick war, gab einen zulänglichen Stoß: überhaupt ließ sich als eine allgemeine Regel annehmen, daß dünnere Gläser stärker geladen werden, und lebhaftere Stöße geben, als dicke.

Die Weite oder Größe des Glases trug sehr viel zur stärkeren und schwächeren Ladung bey. Je größer, sagt er, das Ladungsglas ist, desto stärkere Ladung und Stoß läßt sich dadurch erhalten. Eine kleine Flasche nimmt eine Ladung ein, die Menschen und Thiere sehr wohl ohne Schaden aushalten können, aber die Ladung eines großen Recipienten, der 15 bis 20 Stop hält, wird Menschen und Thieren gefährlich, schmelzt Metalle, und durchbort Metallblätter, Papier, Leder, u. s. f.

Die Stärke der Elektrisirkugel ist, wie er bemerkt, der Grad der ursprünglichen oder mitgetheilten Elektricität, welche eine solche Kugel in andern Körpern erregt, die als Leiter an sie gebracht werden. Also beurtheilt man diese Stärke der Elektrisirkugel nur nach ihren Wirkungen in den erwähnten Leitern. Da die meisten Elektrisirer diesen Umstand, welcher bey allen elektrischen Versuchen, und gleichfalls bey Ausmessung der Grade der Elektricität sehr wichtig ist, vernachlässigen, so bemühte sich Wilke, etwas Zuverlässiges hieben auszumachen. Der Versuch zeigte, daß sich ein großes Glas vermittelst einer kleinen und schwachen Kugel nie so stark laden läßt, als vermittelst einer größern und stärkern. Dagegen läßt sich ein

ein kleines Glas oft mit der stärksten Kugel nicht stärker laden, als mit einer schwächern. Große Gläser werden insgemein von schwachen Kugeln gleich stark geladen, und kleine Gläser werden ebenfalls von den stärksten Kugeln allemal nur bis auf eine gewisse und immer gleiche Stärke geladen. Oft zerspringt das Glas, und die Elektricität drängt sich quer durch das Glas und schlägt Löcher hinein. Dieses ereignet sich nie mit schwachen Kugeln und etwas großen Ladungsgläsern, sondern gemeiniglich, wenn die Kugeln stark, und das Glas groß und dünn ist. Diese Sätze scheinen zum Theil einander zu widersprechen, allein Wilke glaubt demungeachtet, daß sie sich mit einander vereinigen lassen, wenn man sich diese Wirkungen also vorstellt: weil alle Versuche darin übereinstimmen, daß ein gegebenes Glas allemal eine bestimmte Ladung aus einer und derselben Kugel annimmt, so setzt er voraus, dieser Grad sey der größte, welcher sich bey diesem Glase erhalten läßt, und zugleich soll die Ladung, die es bekommen hat, die größte seyn, welche diese Kugel geben kann. Wenn also das Glas in zwey gleich große Theile getheilt wird, die man auf solche Art als zwey kleine Gläser ansehen kann; so würde die Kugel im Stande seyn, beyde Gläser auf einmal und auf eben den Grad zu laden, auf den sich zuvor das ganze Glas ladete. Würden nun diese Theile von einander genommen, und jeder für sich geladen, so könnte die Kugel auch einen dieser Theile laden. Allein die Erfahrung zeigt, daß die Ladung eines Theils allein nicht auf denselben Grad steigt, als wenn das ganze Glas oder beyde Theile zusammen geladen werden, sondern die Wirkung dieser Ladung wird ohngefähr die Hälfte so stark, als der andern. Da nun die Kugel an sich stark genug war, beyde Theile

des Glases auf einmal zu laden, so erhellet hieraus, daß bey der Ladung des einen Theils allein ein Theil von der Stärke der Kugel ungebraucht bleibt, und also hiebey überflüssig ist; daß aber die ganze Stärke der Kugel angewandt wird, wenn beyde Theile zusammen auf einmal geladen werden. Hieraus zieht Wilke diese allgemeine Regel: mehr Gläser thun stärkere Wirkung, als ein einziges, wenn die Kugel, mit der sie geladen werden, so stark ist, daß diese Gläser, wenn sie zusammen geladen werden, eben die Ladung bekommen, die jedes von ihnen empfängt, wenn es allein geladen wird. Ferner folgert er daraus noch die andere allgemeine Regel: mehr Gläser tragen nichts zur stärkern Ladung bey, wenn die Kugel sie nicht alle zusammen in demjenigen Grade ladet, den jedes dieser Gläser allein geladen empfängt.

Die Beschaffenheit des Leiters trägt bisweilen viel zu stärkern oder schwächern Ladungen und Schlägen bey; diese Körper dienen nämlich, die elektrische Materie der einen Seite zuzuführen und sie von der andern wegzuführen, und nachher bey dem Ablösen des Glases, sie von der positiven Seite des Glases hinüber nach der negativen zu führen. Hiezu wird bloß erfordert, daß sich die Materie leicht fortbewegt; und folglich dient auch ein Körper desto besser zum Leiter, je geschickter er zu einer solchen Fortpflanzung ist, und je weniger er die aufgefangene elektrische Materie von sich läßt. Dieses letzten Umstandes wegen muß ein Leiter keine scharfen Ecken oder Spitzen besitzen, sondern allenthalben abgerundet seyn.

Da der Erfahrung zu Folge kein Glas geladen werden kann, wenn sich der geringste Riß in den Theilen des Glases zwischen den Belegungen findet, so glaubte

glaubte Wilke den Grund hievon darin zu suchen, daß die elektrische Materie alsdann nicht nöthig habe, bey der Ladung in die Substanz des Glases selbst zu dringen, sondern in kleinen Funken allemal von einer Seite zur andern hinüber schlagen und sich solchergestalt einen Zusammenhang zwischen beyden Belegungen verschaffen kann. Dieses nämliche ist auch bey den übrigen Körpern zu merken. Denn bey den meisten unter ihnen finde man große Schwierigkeiten, solche kleine und oft unsichtbare Wege für die elektrische Materie zu vermeiden. Indessen zeigen sie sich gleich durch die kleinen knisternden Funken, welche man zwischen den Belegungen schlagen hört.

Hieraus erklärt Wilke auch ein anderes Hinderniß, welches der Einnehmung der Ladung und Zurückhaltung in diesen Tafeln und Körpern entgegen steht. Wenn die Materie der Tafel ungleichartige Theile hat, von welchen einige die Elektricität fortpflanzen, andere aber solches nicht thun, z. B. wenn eine Masse aus Schwefel und Feilspänen vermengt ist, so hindern diese ableitenden Theile die Ladung fast auf dieselbe Art, wie ein wirklicher Riß, weil sich die elektrische Materie nach und nach durch diese fortführenden Theile hinzieht, und solchergestalt einen geraden Weg findet, von einer Belegung in die andere mitten durch die Tafel, welche geladen werden sollte, zu gehen.

Ueberdieß glaubte er nöthig zu haben, zu untersuchen 1. ob die Politur des Glases und dessen glatte Oberfläche etwas zur Sache thue? 2. ob man eine Ladung mit zermalmten Glase erhalten könne?

Er schliff daher die glänzende Oberfläche von einer Glastafel ab, und fand, daß sie sich demungeachtet

tet laden ließ und Schläge gab, wenn mit ihr auf die gewöhnliche Art verfahren ward. Eben das ereignete sich, wenn man die matt geschliffene Tafel von neuem polirte. Gleichwohl fand sich, daß die Tafel bey diesen beyden letzten Umständen nicht so starke Wirkung that, als wenn sie roh und ungeschliffen war, so wie sie aus der Glashütte kommt. Die Ursache hievon glaubt er darin zu finden, daß sich die elektrische Kraft hiebey auf beyden Flächen der Tafel und durch ihre Substanz stärker fortpflanzt. Denn eine matt geschliffene gläserne Röhre pflanzt stärker fort, als eine polirte; und die Oberfläche des Glases ist allezeit härter und dichter, als seine innern Theile, welche deßwegen die elektrische Materie leichter durch sich lassen werden, als die harte Schale. Wilke bemerkt hiebey noch, daß zwar Canton gefunden habe, daß ein matt geschliffenes Glas durch Reiben eine negative Elektricität bekomme, obgleich dieselbe zuvor, da es polirt war, positiv war; allein der Unterschied finde sich bey der Ladung eines solchen Glases nicht, sondern die matt geschliffene Glastafel verhalte sich dabey auf eben die Art, wie eine polirte Glastafel, welche auf der einen Seite positiv, auf der andern negativ werde.

Ferner streuete er auf ein starkes, glattes, und mit Spiegelfolie überzogenes Bret eine Schicht zerstoßenes Glas, das so fein als Pulver, und wohl ausgetrocknet, auch von allen Unreinigkeiten und fremden Theilen gesäubert war. Diese Glasschicht, welche überall gleich dick seyn muß, läßt sich ohngefähr 3 Fuß breit, 4 Fuß lang, und 1 Zoll dick machen. Mitten auf sie wird eine glatte und mit Spiegelfolie überzogene hölzerne Tafel gelegt, die

die an allen Seiten einige Zoll kleiner ist, als die Glasschicht selbst. Diese Vorrichtung ließ sich eben so gut, nur nicht so stark, wie eine kleinere gläserne Tafel laden. Aus diesem Versuche folgert Wilke, daß der innere Bau des Glases keinesweges die einzige Ursache der Ladung und des Stoßes sey. Da aber der Versuch doch zeige, daß eine dichte gläserne Tafel stärkere Wirkung thue, als das zerstoßene Glas, so lasse sich, wie es scheint, daraus schließen, daß die Zusammensetzung des Glases ebenfalls etwas dazu beytragen müsse. Nach Wilke's Meynung muß die elektrische Materie in einem Körper, der geladen werden soll, einen gewissen bestimmten Widerstand finden, aber nicht einen unbedingten, der ihr allen Durchgang versagt. Auf welche Art aber die elektrische Materie einen solchen Widerstand in diesen Körpern finde, und auf welche Art ihr Durchgang befördert oder gehindert werde, das lasse sich so leicht nicht einsehen; indessen scheine es, als wenn sich hieben zwey Ursachen angeben ließen, die einen leichtern oder einen schwerern Durchgang veranlassen könnten. Die eine sey die Beschaffenheit der Zwischenräume, und die andere das Anziehen, das zwischen den Theilchen der Körper und der elektrischen Materie statt finden müsse. Wären nämlich die Zwischenräume enge, so werde ein dünner, wären sie aber weiter, ein dicker Körper erfordert, wenn allezeit der durchbringenden Materie ein bestimmter und gleich großer Widerstand im Wege seyn solle. So mußte die Glasschicht ohngefähr 1 Zoll dick seyn, ehe sie die Funken zwischen den Belegungen abhalten konnte, dagegen die Glasscheibe von 1 Linie Dicke in den meisten Umständen zulänglich befunden werde. Je dichter also der Körper sey, der sich zwischen beyden Belegungen finde,

de, desto dünner dürfe er seyn, den Durchgang der elektrischen Materie in einem solchen Grade aufzuhalten, der zur Ladung erfordert werde. Und nur auf diese Art scheine die Zusammenfügung und der innere Bau der Körper etwas bey der Ladung zu thun.

Hiernächst stellte Wilke diesen nämlichen Versuch mit zerstoßenem Schwefel an. Bey beyden Versuchen, nämlich den mit zerstoßenem Glase und den mit zerstoßenem Schwefel, ließ sich eine merkwürdige Beobachtung, die entgegengesetzten Elektricitäten in einem geladenen Körper betreffend, anstellen. Wenn nämlich die belegte Tafel behutsam mit einem seidenen Faden erhoben wurde, nachdem die Glas- oder Schwefelschicht geladen ward, und wenn nachher mit einem kleinen Spaten, der an eine kleine Glasröhre befestigt ist, ein kleiner Haufen von dem zerstoßenen Schwefel oder Glase weggenommen und auf die gewöhnliche Art untersucht wurde, so fand er, daß die obern und untern am Boden liegenden Theile dieser Schicht entgegengesetzte Elektricitäten besaßen. Dieß stimmt mit dem bekannten Versuche mit einer geladenen gläsernen Flasche völlig überein.

Wilke bemerkt, daß diese Elektricität, welche diesen Körpern mitgetheilt worden sey, genau von der ursprünglichen Elektricität unterschieden werden müsse, die im Spaten hiebey nur durch das Reiben erregt werde, indem man die Materie herausnehme. Diese Elektricität sey zuweilen derjenigen entgegengesetzt, welche die Theile des geladenen Körpers erhalten hätten. Man könne diesen Fehler vermeiden, wenn man die Glastheile mit einem kleinen Spaten von Glas, und die Schwefeltheile mit einem kleinen Spaten von Schwefel herausnehme, denn da werde durch das

Rei-

Reiben dieser Körper, die alle von einer Art sind, keine Elektricität erweckt.

Dieser Versuch lasse sich leichter und deutlicher anstellen, wenn man gleich nach der Ladung das belegte Bret selbst auf gläserne Füße setze, oder an seidene Schnüre hänge. Denn da zeige sich diese entgegengesetzte Elektricität ganz deutlich in beyden Belegungen.

Auf eben diese Art war Wilke im Stande, dichte Schwefeltafeln, Lack- Pech- und Wachstafeln, Papier-, Oel- und Lufttafeln zu laden, und elektrische Schläge herauszuziehen.

Aus diesen Versuchen zieht Wilke folgende Schlüsse:

1. Nicht Glas und Porzellan allein, sondern außer den erwähnten Körpern alle übrige für sich elektrische, und solchergestalt fast alle Körper, lassen sich laden, und geben den elektrischen Stoß.

2. Weil alle Körper, welche den elektrischen Schlag annehmen und zum Beweise desselben Stöße geben, entgegengesetzte Elektricitäten haben, so hielt er diese entgegengesetzten Elektricitäten für ein hauptsächliches Stück bey der Ladung, ohne welche sie nicht zu erhalten ist.

3. Hieraus folge weiter der ziemlich sonderbare Satz, daß auch die flüssigen Körper, z. B. Oel und Luft, diese entgegengesetzten Elektricitäten in ihren besondern Theilen haben müssen, so lange sie im Ladungszustande sind, eben so wie die vorerwähnten Schichten von Glas und Schwefel.

4. Wie

4. Wie nun diese und alle übrige Begebenheiten, welche sich bey der Ladung des Glases zeigen, auch bey allen Körpern zum Vorschein kommen, welche zum Theil für die elektrische Materie ziemlich durchbringlich sind, so kann man auch daraus nicht beweisen, daß das Glas völlig für sie undurchdringlich sey, wie Franklin habe thun wollen.

5. Indessen zeigten die Versuche selbst, daß sich in diesen Körpern etwas befinden müsse, was den freyen Durchgang dieser Materie aufhalte und hindere. Denn weil entgegengesetzte Elektricitäten einander allemal zerstören und aufheben, so könnten sie unmöglich lange in einem Körper dauren, wenn sich in ihm eine freye Communication zwischen allen seinen Theilen, und besonders den äußern Flächen befinde.

6. Dieses Hinderniß könne nicht etwas Unbedingtes seyn, weil wir fänden, daß die Funken oft quer durch diese Körper schlagen, sondern es müsse etwas seyn, das bald im größern, bald im geringern Grade vorhanden seyn könne, weil von den Körpern, die wirklich einen Schlag gäben, und also geladen würden, einige diesen Zustand länger behielten, als andere. Dabey finde man außerdem, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längsten zurückhielten, auch in eben dem Maaße eine stärkere Ladung annähmen. Dieses lasse sich auf keine andere Art erklären, als durch eine leichtere oder schwerere Communication zwischen beyden äußern Flächen, welche sich sehr nach der Dichtigkeit der Körper richte. Bey den flüssigen Körpern, in welchen die Theile die entgegengesetzten Elektricitäten besäßen, und folglich einander anziehen und bald mit einander vermischt wer-

werden können, verschwinde die Ladung eben deßwegen am schnellsten.

7. Als etwas sonderbares müsse hiebey erinnert werden, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längsten zurückhielten, sie auch am langsamsten annähmen, welche sie aber schnell verlören, sie auch eben so schnell bekämen.

Verschiedene merkwürdige Beobachtungen, welche das elektrische Licht betreffen, sind von verschiedenen Elektrisirern in diesem Zeitraume gemacht worden, welche angeführt zu werden verdienen.

Man hatte zwar schon sehr frühzeitig verschiedene Bemerkungen über das elektrische Licht im luftleeren Raume gemacht, allein man hatte noch nicht die gehörige Aufmerksamkeit darauf gerichtet, weil man damals die Natur der Elektricität noch zu wenig kannte. Nach der wichtigen Entdeckung der Anhäufung von Elektricität in der Leydner Flasche richtete Herr Watson[m]) seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, und entdeckte bey dieser Gelegenheit, daß unsere Atmosphäre, wenn sie trocken ist, die wirkende Ursache sey, daß wir mit Beyhülfe anderer an sich elektrischer Körper die Elektricität in Ladung unelektrischer Körper anhäufen, d. h. denselben eine größere Quantität von Elektricität mittheilen können, als dergleichen Körper von Natur besitzen; und daß, wenn man die Luft wegnimmt, das elektrische Fluidum den luftleeren Raum auf eine beträchtliche Weite durchdringe, und seine Wirkungen auf unelektrische Substanzen, welche den luftleeren Raum begrenzen, äußere.

Er

m) Philos. Trans. Vol. XLVIII. p. 367.

Watson machte dieß durch einen sehr schönen Versuch erweislich. Er machte einen gläsernen Cylinder luftleer, welcher 3 Fuß lang war und 3 Zoll im Diameter hatte, mit einem gewissen Kunstgriffe eine messingene Platte, so weit als es ihm beliebte, in denselben hinunter zu lassen, um sie einer andern an dem Boden des Gefäßes befestigten Platte nahe zu bringen. Diesen also zubereiteten Cylinder legte er auf einen elektrischen Körper, und bemerkte, daß, wenn die obere Platte elektrisirt war, die elektrische Materie von einer Platte zur andern in der größten Entfernung, zu welcher die messingenen Platten gebracht werden konnten, fuhr, und daß die Platte an dem Boden des Cylinders stark elektrisirt war, als ob ein Drath dieselbe mit dem ersten Leiter verbunden hätte. Er versichert, daß es sehr schön ausgesehen habe, wenn das Zimmer verfinstert war, wie die elektrische Materie durch den luftleeren Raum gieng, und nicht wie in der freyen Luft kleine Büsche oder Pinsel feuriger Strahlen 1 oder 2 Zoll lang, sondern ein Schießen der ganzen Länge nach und von einer leichten Silberfarbe wahrzunehmen war. Diese glänzenden Strahlen fuhren nicht sofort aus einander, wie in der freyen Luft, sondern zertheilten sich oftmals von einer dem Anscheine nach breiten Grundfläche in kleinere und kleinere Zweige, und sahen den lebhaften feurigen Strahlen eines Nordscheins sehr ähnlich.

Bisweilen bemerkte er, daß, wenn die Luft auf die vollkommenste Art aus dem Cylinder herausgebracht war, das elektrische Fluidum zwischen den messingenen Platten in einem beständigen Strome von gleicher Breite seiner ganzen Länge nach hin fuhr; welches,

ches, seiner Meynung nach, zu einem Beweise dienste, daß der Grund des wechselseitigen Zurückstoßens der Elektricität, das man in freyer Luft wahrnimmt, mehr in dem Widerstande der Luft, als in einer gewissen natürlichen Neigung der Elektricität selbst liege. Denn in der freyen Luft bemerkt man, daß die leuchtenden Büsche bey starker Elektricität so auseinander fahren, daß sie fast eine sphärische Gestalt annehmen.

Diesen luftleeren Raum machte Watson zu einem Theile einer Verbindung, durch welche er eine Phiole entladete; in dem Augenblicke der Explosion nahm er eine Masse sehr hellen zusammengemischten Feuers wahr, welches von der einen messingenen Platte der Röhre nach der andern hinüber fuhr. Dieß fand aber alsdann, wenn die eine Platte weiter als 10 Zoll von der andern entfernt war, nicht statt. War die Entfernung größer, so fieng das Feuer an, aus einander zu fahren, und verlor einen Theil seiner Kraft; und diese Kraft verminderte sich nach dem Verhältnisse seines Auseinanderfahrens, welches beynahe wie die Entfernung beyder Platten war.

Um einen noch vollkommneren luftleeren Raum für den Durchgang der elektrischen Flüssigkeit zu erhalten, benutzte er eine Erfindung des Lord Carl Cavendish, welcher mittelst einer mit Quecksilber angefüllten langen gebogenen und umgekehrten Glasröhre den ganzen gebogenen Theil derselben zum vollkommensten luftleeren Raum machte. Diesen Raum isolirte Watson. Als nun der einen Kapsel des Barometers die Elektricität von der Maschine zugeleitet wurde, so erfüllte, wenn ein unelektrischer Körper die andere Kapsel berührte, das elektrische Feuer die

ganze 30 Zoll lange Torricellische Röhre, und gieng in die andere Quecksilbersäule hinüber, so daß man im dunkeln Zimmer, so lange als die Maschine in Bewegung war, einen ununterbrochenen Bogen von schießenden Flammen, und zwar, so weit als man ihn mit dem Auge verfolgen konnte, ohne das geringste Auseinanderfahren sah.

Als er die eine Kapsel mit der Maschine in Verbindung brachte, welche isolirt war, so fuhr das elektrische Feuer in einer entgegengesetzten Richtung durch den luftleeren Raum. Diese Erscheinung betrachtete er als den Kreuzversuch, oder als eine Folge aus den beyden vorher zum Grunde gelegten Sätzen; nämlich, daß die Elektricität dem Leiter nicht durch den elektrisch gemachten Körper, sondern von den unelektrischen Körpern, welche das Reibzeug berühren, mitgetheilt werde; und daß wir im Stande sind, entweder von derjenigen Quantität der elektrischen Materie, welche die Körper von Natur enthalten, etwas abzunehmen oder zu derselben hinzuzuthun.

Auch bemerkte er, daß, wenn unter vorerwähnten Umständen die Hand einer auf dem Fußboden stehenden Person der Seite des Glases nahe gebracht ward, die Strahlen von selbst unter mancherley Gestalten eben dahin fuhren, welches sehr artig aussah.

Jedoch fand Watson, daß auch dieser luftleere Raum nicht so vollkommen, wie Metall oder Wasser, die Elektricität leitete, weil jemand, der auf dem Fußboden stand und seinen Finger an die obere messingene Platte hielt, einen schmerzhaften Schlag bekam. Dieß rührte, seiner Meynung nach, daher, daß die Elektricität des Messings um so viel ver-

verdünnter war, als die Elektricität derjenigen Person, welche ihren Finger daran hielt.

Wilson gab Smeaton Veranlassung, einige Versuche im luftleeren Raume der von ihm erfundenen Luftpumpe anzustellen. Seine Bemerkungen, welche er Herrn Wilson meldete, sind folgende [n]).

Ein gläsernes Gefäß, welches ungefähr 1 Fuß lang war und 8 Zoll in seinem größten Durchmesser hatte, und an beyden Enden offen war, war an dem einen Ende mit einem messingenen Ringe verschlossen, welcher einen von den Mittelpunkten ausmachte, worauf es sich umdrehete; das andere Ende war mit einer Metallplatte verschlossen. In der Mitte dieser Platte befand sich ein viereckter Stiel, welcher in einen Drehbaum gesteckt ward, wodurch das Glas eine Umdrehung erhalten konnte. An der einen Seite der letzten Platte war ein Loch, worin sich ein Kork befand, vermittelst dessen das Glas auf die Luftpumpe aufgeschraubt ward.

Als die Luft in dem Glase ohngefähr 500 mal verdünnt und nachher das Glas an dem Drehbaum herumgedreht wurde, während dasselbe zugleich mit seiner Hand gerieben ward, kam eine beträchtliche Quantität schweifender Flamme, worin sich alle Regenbogenfarben zeigten, zum Vorschein. Dieses Licht war in jeder Absicht ziemlich beständig, außer daß jeder Theil desselben immerfort eine andere Farbe annahm.

Wenn etwas Luft in das Glas hineingelassen ward, so erschien das Licht weit lebhafter, und in grö-

n) *Wilson's* essay. p. 216.

größerer Menge; jedoch war es nicht so anhaltend, denn es brach zum öftern in eine Art von Glanz, gleich dem Blitze, aus, und flog in dem Glase hin und her. Ward etwas mehr Luft hinein gelassen, so war das Leuchten unaufhörlich, und es schienen Ströme eines bläulichen Lichts unter seiner Hand innerhalb dem Glase unter tausenderley Gestalten mit sehr großer Geschwindigkeit heraus zu fahren, die wie ein Wasserfall von Feuer aussahen. Bisweilen schien es in Gestalt von Bäumen, Moos u. s. f. auszuschlagen.

Ward noch mehr Luft hinein gelassen, so verminderte sich die Menge des Lichts, und die Ströme, welche die Lichtflammen ausmachten, wurden schmäler. Das Glas erforderte nunmehr eine größere Geschwindigkeit beym Umdrehen, und ein stärkeres Reiben. Diese Umstände nahmen zu, je mehr Luft hinein gelassen ward, so daß alsdann, wenn das Glas $\frac{1}{3}$ voll Luft war, das Glänzen ganz und gar verschwand, und eine weit geringere Menge Licht theils innerhalb theils außerhalb dem Glase zu sehen war. Und wenn endlich alle Luft wieder hineingelassen war, so erschien das Licht gänzlich außerhalb dem Glase, und in weit geringerer Menge, als wenn das Glas zum Theil luftleer war.

Als Canton *) Watson's Versuch mit der Torricellischen Röhre wiederholte, bemerkte er einen gewissen Umstand dabey, welcher über die Leydner Flasche ein helles Licht verbreitet. Er beobachtete nämlich, daß, wenn die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre der einen Kapsel dieser isolirten Maschine nahe gebracht ward, über die Hälfte des luftleeren Raums leuch-

*) Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

leuchtete; welches Licht aber bald wieder verschwand, wenn die Röhre nicht näher gebracht ward, hingegen alsdann wieder zum Vorschein kam, wenn dieselbe weiter zurückgezogen ward; und daß sich diese Erscheinung verschiedene mal wiederholen ließ, ohne daß die Röhre durch neues Reiben elektrisch gemacht zu werden brauchte.

Diesen Versuch betrachtete er als einen offenbaren Beweis der Richtigkeit der Franklin'schen Lehrmeynung, daß, wenn die Elektricität auf der einen Seite des Glases verdichtet werde, sie von der andern, wofern sie keinen Widerstand antrifft, zurückgestoßen würde. Daher nahm er an, daß bey Annäherung der elektrisch gemachten Röhre das elektrische Fluidum von der den luftleeren Raum umgebenden inwendigen Seite des Glases zurückgestoßen, und durch die Quecksilbersäule hindurch weggeführt würde, bey Zurückziehung der Röhre aber wieder zurückkehrte.

Diesen Versuch zeigte und erklärte Canton dem Herrn Wilson, welcher denselben nachher weitläuftiger ausführte in einem von ihm und Herrn Hoadly gemeinschaftlich unter dem Titel: Observations on a series of electrical experiments, herausgegebenen Buche, wo er in einer Anmerkung S. 28. sagt: Canton habe dieses Verschwinden und Zurückkehren des Lichts wahrgenommen. Diese beyden Herren, Canton und Watson, scheinen nicht gewußt zu haben, daß diese Beobachtung der Zurückkunft des elektrischen Lichts im luftleeren Raume schon vor Entdeckung der Leydner Flasche Herr Grummert zu Biala in Pohlen, wie bereits schon oben angeführt worden, gemacht hatte.

Seitdem stellte Canton diesen Versuch mit veränderten Umständen an, indem er die elektrisch gemachte Röhre an eine andere ausgepumpte und hermetisch versiegelte Glasröhre brachte, wodurch er die vollkommene Erscheinung eines Nordscheins darstellte. Die Flamme fuhr von dem einen Ende in ungleichen Zeiträumen beynahe eine Viertelstunde nach einander nach dem andern Ende, ohne daß die elektrisch gemachte Röhre aufs neue daran gehalten werden durfte.

Wilson gedenkt in einem der königlichen Societät am 6. Dec. 1759 vorgelesenen Aufsatze eines Versuchs, welcher es seiner Meynung nach außer allem Zweifel setzen sollte, daß die glasartige Elektricität wirklich positiv, und die harzige negativ wäre, wie in der That durchgängig angenommen ward.

Bey Nachahmung des vorerwähnten und von Cavendish zuerst erdachten Versuchs nahm er einen gewissen Umstand wahr, welchen Watson, der die Nachricht davon ertheilte, übersehen zu haben schien. Es war dieses nämlich eine sonderbare Erscheinung von Licht auf der einen Oberfläche des Quecksilbers.

Um diese merkwürdige Erscheinung um so viel besser beobachten zu können, ließ Wilson etwas Luft in die Röhre hinein, wodurch er vier Quecksilbersäulen, und mithin sechs sichtbare Flächen in dem einen Schenkel der umgekehrten Röhre bekam. Hierauf elektrisirte er das Quecksilber in dem andern Schenkel, während das Quecksilber auf der entgegenstehenden Seite eine Verbindung mit der Erde hatte, und bemerkte, daß im dunkeln Zimmer der Strom des elektrischen Lichts die ganze Länge des luftleeren Raums hindurch sichtbar war, und die allgemeine

Erscheinung desselben von gleichförmiger Dichtigkeit zu seyn schien, an den obern Flächen jeder Säule ausgenommen, als woselbst ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll über der Oberfläche das Licht allemal weit heller war, dergleichen hingegen an den untern Flächen nicht zu bemerken war, indem vielmehr das Licht an diesen Orten weniger hell, als bey der allgemeinen Erscheinung des ganzen erleuchteten luftleeren Raums, aussah.

Diesen hellen Schein schrieb Wilson dem Widerstande zu, welchen das Fluidum auf der Oberfläche des Quecksilbers bey der Bemühung, sich in dasselbe hinein zu begeben, antrifft. Daher schloß er daraus, daß elektrisch gemachtes Glas die Körper positiv elektrisire, oder ihnen eine größere Quantität elektrischer Flüssigkeit, als sie von Natur haben, mittheile.

Als er an demselben Orte mit einem Cylinder von Harz, anstatt des gläsernen, elektrisirte, zeigten sich die Lichterscheinungen insgesammt an den untern Flächen der Quecksilbersäulen; woraus er die Folge zog, daß Harz die Körper negativ elektrisire, indem es sie eines Theils der elektrischen Flüssigkeit, welche sie von Natur besitzen, beraube, oder, wie er sich ausdrückt, einen Strom der elektrischen Flüssigkeit veranlasse, den entgegengesetzten Weg zu nehmen.

Diese Lichterscheinungen betrachtete Wilson auch als eine starke Bestätigung des Daseyns einer Zwischenmaterie auf oder nahe an den Oberflächen der Körper, welche den Ein- oder Austritt der elektrischen Flüssigkeit hinderte. Eine Lehre, welche Wilson aufgebracht hatte, und worauf er sich bey verschiedenen andern Gelegenheiten gründet [p]).

Die

p) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 308.

Die Gründe, welche Wilson zum Beweise des gewöhnlich angenommenen Satzes, daß Glas mehr, und Schwefel weniger, elektrisch mache, für einleuchtend hielt, befriedigten dem Aepinus nicht, ungeachtet er eingesteht, daß die hellen Büschel in dem luftleeren Raume, in Vergleichung mit verschiedenen andern Erscheinungen, einen wirklichen Unterschied zwischen den beyden Arten von Elektricität bewiesen. Er glaubt, daß es sehr leicht zu begreifen sey, daß, wenn eine elastische Flüssigkeit aus einem Körper herausgeht, dieselbe nahe an der Oberfläche, wo sie herauskommt, allerdings weit dichter seyn müsse, als da, wo sie mehr Freyheit findet, sich auszubreiten, und bemerkt, daß er bey Erzählung des Versuchs mit der gebogenen Röhre, in seinem Schreiben an Herberden, einige die Begebenheit begleitende Erscheinungen, welche die von ihm vorgetragene Lehre ungemein begünstigten, ausgelassen habe. Wofern man, sagt er, nachdem Glas elektrisirt und an die erste Quecksilbersäule gehalten worden, das elektrische Fluidum längs der Röhre, bloß in geringer Menge und in kurzen Zwischenzeiten, gehen läßt, so sieht man kleine helle Ströme von der ersten Quecksilbersäule nach der zweyten, und mithin von dem Glase, sich bewegen. Eben dergleichen Erscheinungen, jedoch in entgegengesetzter Richtung, bemerkt man, wenn man Harz oder Bernstein nimmt, und an dieselbe Säule hält. Glas also, schließt er, macht mehr elektrisch, oder füllt Körper mit mehr elektrischer Flüssigkeit an, als ihnen von Natur gehört, Harz hingegen weniger [q]).

Priest-

q) Philosoph. Transact. Vol. LIII. p. 438. 441.

Priestley bemerkt, daß hiebey eine Täuschung vorgegangen sey; denn Canton habe ihm benachrichtigt, daß er gefunden habe, daß das Licht, welches Wilson als auf der einen Oberfläche des Quecksilbers in dem doppelten Barometer des Lord Cavendish erscheinend wahrgenommen hat, und welches Wilson für einen Beweis der Gegenwart einer Zwischenmaterie auf den Oberflächen der Körper ansieht, welche den Ein- oder Austritt der elektrischen Flüssigkeit einiger Maaßen hindert, daß dieses Licht, mit einem Worte, durch nichts anders, als gemeine Luft verursacht worden sey. Denn ist die Torricellische Röhre auf gehörige Art gemacht, so ist auf den Oberflächen der Quecksilbersäulen kein Unterschied des Lichts wahrzunehmen; sobald aber so viel Luft in den leeren Raum hinein gelassen wird, daß dadurch jede Quecksilbersäule einen Viertelszoll kürzer wird, als die Säule eines guten Barometers, so erscheint so viel Licht, als Wilson beschrieben hat. Als Wilson annahm, daß Watson, als er den Versuch mit der Torricellischen Röhre anstellte, auf die besondere Erscheinung des Lichts auf einer der Oberflächen des Quecksilbers nicht Acht hatte, so vermuthete er nicht, daß, wenn die Leere, welche Watson machte, völlig luftleer war, keine dergleichen sonderbare Erscheinung des Lichts statt hatte, worauf er hätte aufmerksam seyn können. Luft, fügt Canton hinzu, muß nothwendig nahe an der Oberfläche aller sie anziehenden Körper verdichtet seyn, und hindert daher einiger Maaßen den Aus- oder Eintritt der elektrischen Flüssigkeit, ausgenommen, wenn die Körper sehr scharf zugespitzt sind.

Wilke r) machte verschiedene merkwürdige Beobachtungen über das elektrische Licht. Als er zwey Stücke Glas im Finstern an einander rieb, so bemerkte er ein sehr lebhaftes Phosphor ähnliches Licht, welches jedoch keine Strahlen von sich warf, sondern an demjenigen Orte, wo es zum Vorschein kam, sitzen blieb. Es war mit einem starken Phosphorgeruche, aber mit keinem Anziehen oder Zurückstoßen begleitet. Aus diesem Versuche folgerte er, daß Reiben allein keine Elektricität hervorbringe, so daß sie auf irgend einen Körper angehäuft würde, sondern daß, wenn dergleichen Wirkung entstehen soll, die an einander geriebenen Körper in Ansehung der Art ihres Anziehens der elektrischen Materie von verschiedenen Beschaffenheiten seyn müssen. Ueberdem glaubte er, daß alle Beyspiele des phosphorischen Lichts ohne Anziehen von derselben Erregung der Elektricität, ohne Anhäufung derselben, herrührten. Diese Bewandtniß hatte es, seiner Einbildung nach, mit dem aus dem Bologneser Steine, Ofenbruche, faulen Holze, zerstoßenen Zucker und allen Arten von Glas fahrenden Lichte.

Eine mit einem wollenen Tuche, welches mit weißem Wachs oder Oel überstrichen war, elektrisch gemachte Röhre gab, seiner Versicherung nach, Flammen von sich; und bey näherer Untersuchung einer jeden derselben fand sich, daß sie aus einer kleinen Beule von Feuer hervorkam. An dem Orte ihres Ursprungs war die Flamme einzeln und schmal; weiter von der Röhre aber theilte sie sich in verschiedene Zweige, welche sich allemal nach denjenigen Theilen der

r) De electricitatibus contrariis. Rost. 1757. 4.

der Röhre, welche am wenigsten elektrisch geworden waren, oder nach benachbarten Leitern neigten.

Wenn er einen Finger oder andere unelektrische Körper an einen negativ elektrisch gemachten Körper hielt, so kam ein Lichtkegel zum Vorschein, wovon der unterste breite Theil am Finger oder am andern unelektrischen Körper, und die Spitze an dem elektrischen war. Bisweilen sah er feurige Theilchen seitwärts aus einem irregulairen elektrischen Funken fahren, welche wie Sterne schimmerten, und denjenigen sehr ähnlich waren, welche durch das Zusammenschlagen des Feuersteins und Stahls hervorgebracht werden.

Als er verschiedene Kugeln an seinen Leiter hieng, und andere, welche bisweilen von Glas und bisweilen von Metall waren, daran hielt, und dieselben auf alle nur mögliche Art veränderte, so nahm er allemal wahr, daß das Licht zwischen denselben einen Kegel darstellte, wovon der untere Theil allemal an dem positiv- und die Spitze an dem negativ-elektrischen Körper befindlich war. Dieses Kennzeichen hält er für hinlänglich, die beyden Elektricitäten von einander zu unterscheiden.

Er bemerkte an der Spitze eines aus positiv-elektrisch gemachten spitzigen Körpern hervorkommenden Kegels einen cylindrischen Funken, aus welchem helle Strahlen gleich einem Flusse hervorschossen. Diese Strahlen stellten einen hellen Kegel dar, dessen oberer Theil nach der Spitze zu, woselbst das Feuer herkam, gekehrt war. Bisweilen fand sich an oder in einiger Entfernung von dem obern Theile eine helle Spitze, welche Hausen das Feuer der zweyten Art nennt, woraus Feuerströme hervorschossen. Die

Strö-

Ströme kamen niemals aus dem elektrisirten Körper selbst, sondern beständig aus dieser hellen Spitze hervor. Ferner sagt er, daß diese helle Spitze an dem äußersten Ende eines elektrisirten und helle Strahlen von sich gebenden Körpers das Unterscheidungszeichen des positiven Kegels ausmache.

Ein negativer Kegel, behauptet er, ist klein, und besteht aus dünnen Fäserchen, welche sich unmittelbar an die Spitze, woselbst das Licht hineintritt, oder an ihre Seiten anhängen, und, wenn man sie genau untersucht, kleine Kegelchen, deren unterste breite Theile auf dem Körper ruhen, darstellen.

Wenn er nachher auf die Betrachtung der Ursache der negativen Lichtkegel kommt, so gesteht er, daß er selbst nicht wisse, wie er es erklären solle.

Wilke that Urin- oder sogenannten englischen Phosphor auf einen zugespitzten Körper, welcher im Finstern alles sichtbar machte, und als er diesen zugespitzten Körper senkrecht hieng, sah er die Phosphordämpfe gerade in die Höhe steigen; als er ihn aber in derselben Richtung hangend elektrisirte, zogen sich die Dämpfe niederwärts, und stellten einen sehr langen Kegel dar, welcher aus der Mitte des Kegels des elektrischen Lichts hervorkam, als welcher ganz deutlich davon unterschieden werden konnte. Wenn er mit dem Elektrisiren aufhörte, so stiegen die Phosphordämpfe, wie anfänglich, wieder in die Höhe. Aus dieser Niederdrückung der phosphorischen Ausflüsse schließt Wilke auf den Ausfluß der elektrischen Materie aus der Spitze und der Oberfläche, und nicht bloß durch die Substanz des spitzigen Körpers hindurch.

Daß die elektrische Materie nicht bloß aus der Substanz elektrisirter Körper, sondern auch aus ihrer Ober-

Oberfläche herausfließe, glaubte Wilke daraus erweißlich zu machen, daß ein metallener Ring, welchen man noch so wenig über die Spitze eines Draths, worauf man ihn gelegt hat, hinweg schleudert, die Erscheinung der leuchtenden Spitze verhindert.

Wenn er eine nicht elektrisirte Spitze einer positiv elektrisirten entgegenstellte, so waren dergleichen Lichtkegel, welche in andern Fällen auf beyden Spitzen erscheinen, nicht zu sehen; wenn er aber einen positiven Kegel einem negativen entgegenstellte, so behielten sie beyde ihre eigenthümliche sie unterscheidende Eigenschaften.

Nach der Zeit hielt es Wilke*) der Mühe werth, seine Versuche mit dem englischen Phosphor weiter zu verfolgen, um auch das Verhalten desselben bey entgegengesetzten Elektricitäten zu prüfen. Hier fand er, daß auch schon vor ihm Winkler dergleichen Versuche ausgeführt habe.

Herrn Wilke's erste Aufmerksamkeit gieng dahin, zu untersuchen, ob die phosphorischen Dünste für sich eine eigene ursprüngliche Elektricität besäßen. Allein er hatte nie bemerkt, daß sie von elektrischen Körpern abgestoßen wurden, daß sie sich solchen näherten, die der Elektricität zu Leitern dienen, oder, daß sie sonst das geringste Zeichen einer elektrischen Kraft in den Körpern, von welchen sie aufstiegen, oder bey welchen sie im Aufsteigen vorbey fuhren und sie berührten, äußerten, ob diese gleich zur Beybehaltung der Elektricität eingerichtet waren und auf Glas oder Seide ruheten. Indessen,

sagt

*) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XX. S. 207. f. der deuts. Uebers.

sagt er, lasse sich nicht läugnen, daß ihr Schein von eben der Ursache herrühren möchte, die bey gewissen Gelegenheiten die elektrische Materie leuchtend und sichtbar mache.

Er zieht hieraus die Folge, daß diese Phosphordünste von elektrischen Körpern angezogen werden. Wenn sie wie leuchtende Wolken in der Luft schweben, und eine elektrische Glasröhre gegen sie geführt wird, so werden sie wohl ein wenig von der Bewegung der Luft zerstreut, aber sie streichen doch ungestört den elektrischen Körpern vorbey, ohne daß man ein merkliches Anziehen gegen dieselben wahrnimmt. Wenn hingegen der elektrische Körper nahe an den Körper geführt wird, von welchem die Dünste aufsteigen, und diese letztern in des ersten Atmosphäre die entgegengesetzte Elektricität haben bekommen können; so werden auch die Dünste deutlich gezogen, so daß sie wie ein Strom gegen und an den elektrisirten Körper fahren. Auf solche Art lasse sich also nicht mit Gewißheit sagen, ob die Dünste selbst gezogen werden, oder ob sie nur den Bewegungen folgen, welche zwischen diesen Körpern in der elektrischen Materie und in der Luft entstehen. Eben das ließe sich bey allen andern leichten Körpern einwenden, welche auf andern Körpern ruhen, und nach der letzten Beschaffenheit stärker oder schwächer gezogen werden. Wie man aber von diesen gleichwohl sage, daß sie angezogen würden, so ließe sich solches wohl mit eben dem Rechte von diesen Dünsten sagen.

Auch nehmen phosphorische Ausdünstungen die Elektricität von andern Körpern in sich, rauben sie, und leiten sie ab, wie elektrische Körper thun. Ein Stückchen Papier, das an Seide hieng und

mit

mit Phosphor bestrichen war, ward nicht so gleich und beständig von der Glasröhre zurückgestoßen, nachdem es bestrichen war, als zuvor, ehe diese raubenden Dünste davon aufstiegen. Eine eiserne Kugel, die an Seide hieng, nahm auf eben diese Art weder so starke Elektricität an, noch behielt sie sie auch so lange, als zuvor, nachdem sie mit den ableitenden Dünsten war bestrichen worden. Hiebey bemerkt er noch, daß er nie habe wahrnehmen können, daß diese Dünste wieder andern Körpern die Elektricität überließen, die sie gleichwohl angenommen und fortgeführt hätten, ob er gleich zu ihrer Beybehaltung und Aufnahme viele Körper eingerichtet habe. Sollten sie wohl, frägt er, diese Elektricität gleichsam binden und in sich saugen? oder, welches glaublicher sey, werde nicht die wenige Elektricität, die sie empfangen, von der Luft abgeleitet?

Wenn die Phosphordünste zugleich mit dem Körper, von dem sie aufstiegen, elektrisirt wurden, so wurden sie davon weggetrieben, und folgten auf eine merkwürdige Art den Bewegungen, in welche die elektrische Materie und die Luft gesetzt wurden. Er bewies dieß durch folgende Versuche.

Ein oben halbrunder Polirstock ward auf eine gläserne Glocke gestellt, und am obern Theile mit Phosphor bestrichen, welcher einen starken und gleich aufsteigenden leuchtenden Dampf gab. So oft eine wohl geriebene Stange Glas oder Schwefel gegen den untern Theil des Stocks geführt ward, brach der Phosphorrauch viel häufiger heraus, und zugleich wurden einige lange und gleichausfahrende Strahlen herausgetrieben, die sich aus dem übrigen Raume heraus erstreckten. Diese entstanden bey einigen Un-

gleich-

gleichheiten des Stocks, und ihre Anzahl ließ sich vermehren, wenn man auf ihn einige eckigte Stücke Bley legte. Ward derselbe Stock mit einer starken Glaskugel elektrisirt, so zerstreuete sich der Phosphordunst geschwind, und die Flecken selbst verschwanden oft gänzlich.

Ein schmaler und an den Enden abgerundeter Papierstreifen ward mit Phosphor bestrichen, und an eine dünne Glasröhre befestigt. An dessen einem Ende ward eine elektrisirte Glas- und Schwefelstange vorbeygeführt, welche die Elektricität im Papiere erregte, wobey die ausgehenden Dünste sehr häufig in zwey verschiedenen Strömen ausbrachen, von welchen der eine sich wandte und an die elektrisirende Stange fuhr; der andere an der abgewandten Seite in entgegengesetzter Richtung davon. Was für eine Gestalt auch das Papier haben mochte, so entstanden immer zugleich zwey solche in entgegengesetzten Richtungen davon ausfahrende phosphorische Büschel.

Noch angenehmer zeigte sich diese Erscheinung, wenn eine an beyden Enden zugespitzte, einige Zoll lange, und etwas dicke eiserne Stange an die Glasröhre befestigt, mit Phosphor bestrichen, und die wohl geriebene Glas- oder Schwefelstange bey einer Spitze derselben vorbeygeführt ward. Beyde Spitzen schossen alsdann, außer dem gewöhnlichen elektrischen Feuer, zwey lange phosphorische Strahlen aus, von welchen einer gegen die Stange zuströmte, der andere in entgegengesetzter Richtung in die freye Luft hinausstrich. Diese Strahlen entstanden und verschwanden allemal zugleich mit einander und mit den elektrischen Feuerbüscheln; aber sie strömten immer fort, so lange noch etwas Phosphor übrig war, wenn die Spitze

gegen

gegen einen Körper gekehrt ward, der von der Elektrisirkugel eine gleiche und beständige Elektricität bekam.

Eine große mit Spiegelfolie überzogene Kugel ward an die Leiter gehängt, und in einem hohen Grade mit einer guten Kugel elektrisirt, nachdem auf der einen Seite derselben ein Fleck, einen Reichsthaler groß, mit Phosphor bestrichen war. Die Elektricität zerstreuete die von diesem Fleck ausgehenden Dünste so stark, daß nicht nur diese Dünste, sondern oft der Fleck selbst verschwanden, welche gleichwohl sogleich wieder ihren vorigen Schein bekamen, wenn das Elektrisiren aufhörte. Wenn während des Elektrisirens Funken mit dem Finger oder einem Schlüssel an dieser Stelle herausgezogen wurden, so wurde auch, indem dieser Funken schlägt, der ganze Fleck sichtbar, und man bemerkte deutlich die davon schnell ausfahrenden Dünste, zum Beweise, daß das elektrische Feuer diese Dünste gleichsam entzündet und belebt, welche durch das Zurückstoßen so stark zerstreuet würden, daß sie nicht mehr sichtbar blieben.

Der Glanz dieser phosphorischen Dünste scheint, nach Wilke, oft von der elektrischen Kraft zu verlöschen, welches davon herrührt, daß sie durch das Zurückstoßen zerstreuet werden, und mithin nicht dicht und gesammlet genug sind, unserm Auge sichtbar zu werden. Hiebey wirkt die elektrische Kraft nur so, wie ein starkes Blasen mit dem Munde wirken würde, daher verlöscht auch dieser Glanz, wenn der Wind von der Spitze die Dünste zerstreuet. Dagegen ist das elektrische Feuer selbst im Stande, den Glanz zu befördern, und die Dünste gleichsam stärker und häufiger anzuzünden. Die Bewegungen aber, in welche die-

se Dünste nach den vorigen Versuchen gesetzt werden, scheinen zu beweisen, daß eine gewisse Materie wirklich von allen Spitzen ausfährt und die Luft in eine gewisse nach den Umständen eingerichtete Bewegung setzt, welche diese Dünste sichtbarlich vor Augen stellt. Daher ist es vermuthlich der Luftstrom allein, welcher die Dünste mit sich führt, nachdem er durch die von der Spitze ausfahrende elektrische Materie fortgetrieben ist.

Weil also die Phosphordünste besonders an Spitzen eine starke Bewegung erhalten, so hielt er es der Mühe werth, genauer zu untersuchen, wie es damit zugehe. Alle Theorien, sagt Wilke, kommen darin überein, daß von positiven Spitzen eine subtile Materie ausfließt; aber von den negativen werde es nicht so leicht zugestanden. Er glaubt, daß neue Versuche nöthig sind, um auszumachen, ob die negativen Spitzen die elektrische Materie in sich ziehen, oder von sich aussprützen. Er traut sich zu, durch folgende Versuche mit Phosphor mehr als wahrscheinlich zu machen, daß sie wirklich den positiven gleich sind, und einen elektrischen Wind von sich blasen.

Am Ende eines großen Leiters von verzinntem Eisenbleche ward eine eiserne Spitze, die mit Phosphor bestrichen war, befestigt, welche zugleich mit dem Leiter vermittelst einer starken Glaskugel positiv elektrisirt ward. Hiebey wurden nun folgende Umstände wahrgenommen:

1. Der Phosphorglanz, welcher die ganze Spitze umgab, verschwand, so daß das Eisen selbst im Dunkeln nicht mehr zu erkennen war. Dies ereignete sich doch nicht allezeit, zumal wenn der Phosphor zu häufig oder dick aufgestrichen war.

2. Die

2. Die gewöhnlichen gegen 2 Zoll langen positiv elektrischen Feuerbüschel breiteten sich recht schön aus, und zugleich ward von der Spitze ein langer Phosphorstrahl ausgetrieben, der bey der Spitze ganz schmal war, aber sich immer erweiterte, und, da er bis eine Elle weit in der Luft fortgegangen war, dicke ward, sich stemmte und zertheilte, wie ein leuchtender Rauch auf die Art, als würde er durch eine enge Oeffnung fortgetrieben.

3. Gegen die Hand, oder eine andere unelektrische Fläche, stößt dieser Feuerstrahl gleichsam an, und breitet sich nach allen Seiten aus. Wenn aber der Körper von eben dem Leiter elektrisirt ist, so wird der Strahl davon zurück und gegen die Spitze getrieben.

4. Führt man einen ableitenden oder negativen Körper an der Seite gegen den Strahl, so wird er davon angezogen; aber er flieht diesen Körper und weicht ihm aus, wenn er gleichartige positive Elektricität hat.

5. Der Wind aus einem Handblasebalge vermindert und ändert den elektrischen Feuerbüschel wenig, treibt aber den Phosphorstrahl nach einer Gegend, nach welcher man will, und zerstreuet die Dünste.

6. Mit dem Elektrisiren hört auch das elektrische Feuer auf, und zugleich der Phosphorstrom, wovon die Seiten der Spitzen von neuem zu leuchten anfangen, und die Dünste, welche zuvor den langen Strahl ausmachten, davon aufsteigen.

7. Dieser Phosphorstrahl ward nie über 3 Fuß lang ausgetrieben, dagegen man noch deutliche Wirkungen und Mittheilungen der elektrischen Kraft nach dieser Spitze an einer Metallplatte bemerkte, die an

einem seidenen Faden hieng, und 10 bis 12 Fuß entfernt war.

8. Hielt man einen mit Phosphor bestrichenen Körper gegen die unbestrichene Spitze, so wurden die davon aufsteigenden Dünste in einen langen Strahl fortgetrieben, als bliese man darin durch ein enges Rohr.

9. Eben die Spitze, wenn sie vom Leiter weggenommen und an einen kleinen Glaspfeiler befestigt, auch durch eine kleine Kette in einer großen Entfernung vom Leiter elektrisirt ward, gab keinen so starken und langen Strahl von sich, als zuvor innerhalb des Leiters eingeschränkten Atmosphäre.

10. Wenn gegen den von der Spitze ausfahrenden Strahl ein an beyden Enden spitziger und auf einen Glaspfeiler befestigter Stahldrath gestellt ward, so folgte der Phosphorstrahl selbigem längshin, und erregte an dessen vorgekehrter Spitze einen dergleichen ausfahrenden leuchtenden Strom, wie vorhin.

Um die Spitze negativ zu elektrisiren, stellte er sich selbst auf einen Schemel mit Glasfüßen, rieb die Kugel mit der Hand, und ließ an der andern Seite eine zuführende Kette an die Glaskugel hängen. Mit dieser negativ elektrisirten Spitze stellte er alle vorhin bey den positiven Spitzen beschriebenen Versuche an, und der Erfolg davon glich den vorigen so vollkommen, daß er oft ungewiß war, ob er wirklich negative Leiter bey den Spitzen gebraucht hatte. Der elektrische Büschel war allezeit sehr kurz, und glich oft nur einem leuchtenden Punkte; aber die Phosphorstrahlen ergossen sich, wie vorhin, über 1 Fuß weit von der Spitze.

Ward

Ward der Versuch mit unelektrischen Spitzen angestellt, welche mit Phosphor bestrichen und mit der Hand gegen den Leiter geführt wurden, so fuhr der Phosphorstrahl heraus, und wendete sich nach dem Leiter, von welchem der ausgetriebene Rauch gezogen ward. Die Ursache davon war keine andere, als daß diese Spitzen, wie alle andere Körper innerhalb der Atmosphäre des Leiters, wirklich eine Elektricität erhalten, welche derjenigen entgegengesetzt ist, die der Leiter besitzt. Daher treiben sie den phosphorischen und elektrischen Strom aus, welcher als ungleichartig vom Leiter angezogen wird; daher auch diese Strahlen etwas stärker und länger sind, wenn die Spitze positiv und der Leiter negativ ist, als wenn umgekehrt der Leiter positiv und die Spitze negativ ist.

Aus diesen Versuchen schloß Wilke, daß von allen Spitzen Phosphorströme ausgehen, und da dieses von den Dünsten herrühre, die auf die Seiten der Spitzen gestrichen sind, so müsse man es nothwendig ansehen, als würden sie von den Spitzen ausgetrieben. Nach seiner Meynung wird 1. von allen Spitzen, sie mögen positiv oder negativ elektrisch seyn, eine feine elektrische Materie von gleicher oder ungleicher Art ausgetrieben. Diese mit einiger Stärke wie ein Wind fortströmende Materie setzt 2. die Luft, welche die Spitze umgiebt, in Bewegung, und treibt sie fort, welche Bewegung gleichfalls wie ein kalter Wind mit der Hand gefühlt wird und so stark ist, daß ein schwaches Licht davon ausgeblasen wird, und merkliche Gruben in Wasser, Oel u. d. g. gedruckt werden. Wie nun 3. die von der Spitze aufsteigenden Dünste in dieser Luft schweben, und die Luft von allen Seiten nach der Spitze zu schießt, wenn die dabey be-

findliche fortgetrieben wird; so folgen auch die leuchtenden Dünste diesem Luftstrom, und machen dessen Weg sichtbar. Diese Versuche geben, sagt er, eine beträchtliche Schwierigkeit gegen Franklin's Theorie der negativen Elektricität: daß solche nur eine Beraubung und Mangel sey, womit gleichwohl so viele andere Versuche übereinstimmten. Um nun besser von der Richtigkeit der vorhergehenden Versuche zu urtheilen, so brachte er alle verschiedenen Spitzen paarweise zusammen, und fand, daß diese Versuche noch mehr bestätigten, was die vorigen zu glauben veranlaßt hatten.

Es wurden zwey völlig gleiche eiserne Stängelchen nach vielen Versuchen so eingerichtet, daß ihre Spitzen so viel als möglich gleich starke Feuerbüschel gaben, wenn sie elektrisirt wurden. Sie wurden jede auf ihren Glaspfeiler befestigt, und konnten in einer Glashülse auf- und abgeschoben werden, ließen sich auch nach Gefallen gegen einander stellen. Am andern Ende ließ sich eine Kette befestigen, wodurch sie mit dem Leiter oder Fußboden verbunden, und also elektrisirt oder ableitend wurden. Beyde Spitzen wurden mit Phosphor bestrichen und bekamen zugleich die Elektricität von eben dem Leiter. Da fand sich

1. daß die Spitzen in eben der Linie gegen einander gekehrt jede ihren Phosphorstrom von sich schickt, welche deutlich einander begegnen, und auf einander drucken, wodurch sie einen dicken gemeinschaftlichen Rauch zwischen sich machen.

2. Ist die eine Spitze schärfer als die andere, so wird auch ihr Strahl mächtiger, und druckt den andern gegen seine Spitze zurück.

3. Ist

3. Ist es merkwürdig, daß diese Phosphorströme gleichwohl gegen einander ausfahren, da die elektrischen Büschel doch gewöhnlich verlöschen, wenn die Spitzen an einander kommen.

4. Stellt man die Spitzen sehr nahe an einander und nach eben der Seite gewandt, so scheinen die Ströme einander ein wenig zurückzutreiben, machen aber doch einen gemeinschaftlichen starken Büschel aus.

5. Sind die Spitzen parallel und ein wenig aus einander an den Seiten, so beugen die Phosphorstrahlen sich auswärts von einander.

6. Blasen die Ströme seitwärts rechtwinklicht gegen einander, so stoßen sie zusammen und fahren nach der Diagonale in einem gemeinschaftlichen Strome aus, wobey, wenn eine Spitze schärfer ist, der Strahl derselben gleichsam mächtiger wird, als der der andern.

7. Beyde Elektricitäten thun eben die Wirkung, und zwey ableitende Spitzen innerhalb einer und derselben elektrischen Atmosphäre verhalten sich ebenfalls so, als hätten sie einerley Elektricität.

Ward die eine der vorhin erwähnten Spitzen mittelst einer Kette mit dem Leiter verbunden, die andere aber mit der auf Glas stehenden Person, welche die Kugel mit der Hand rieb, wodurch also die erste positiv, die andere negativ elektrisirt ward, so machte Wilke folgende Beobachtungen:

1. Aus den Spitzen gegen einander in eine Linie gewandt strömten Phosphorstrahlen zusammen, und wo sie zusammenstießen, machten sie einen gemeinschaftlichen stärkern Rauch.

2. Kamen sie einander so nahe, daß elektrische Funken immerfort zwischen ihnen strömten, so wurden die leuchtenden Dünste mehrentheils zurück über die eine Spitze längs dem Stahldrathe hin getrieben. Gemeiniglich ward die positive Spitze mächtiger, und die Dämpfe wurden längs der negativen zurückgetrieben. Dieses schien nicht sowohl von den Spitzen herzurühren, sondern von einer überwiegenden Stärke der positiven Elektricität; denn die Spitzen wurden verwechselt, und die Erscheinung, oder der elektrische Strom, behielt immer noch seine Richtung. Wenn aber die positive Kraft im Leiter nach und nach dadurch geschwächt ward, daß man eine andere ableitende Spitze im gehörigen Abstande vom Leiter hielt, so ward der Strom von der negativen Spitze zuletzt stärker, als der der positiven, und trieb die Dämpfe davon über den Stahldrath zurück.

3. Wenn die Spitzen, welche elektrische Funken gegen einander strömten, schnell von einander gesondert wurden, so theilte sich der Rauch zwischen ihnen auf eine artige Weise, und ward zugleich über beyde Spitzen zurückgetrieben, als bliesen sie auf einmal stärker gegen einander. Wenn die negative Person, die auf dem Glase stand, statt der Kette mit dem Finger wechselsweise den einen Stahldrath berührte und wieder abließ, wodurch Funken an den Spitzen hervorkamen, so konnte man sich den Anblick dieser Erscheinung öfter und länger erhalten.

4. Wenn sie einander an die Seiten gestellt wurden, bliesen sie Strahlen von sich, welche unter einander zogen, und sich nach der entgegenstehenden entgegengesetzten Spitze wendeten.

5. Stie-

5. Stießen die ungleichartigen Ströme an die Seite gegen einander, so schienen sie wenig gezogen zu werden; sie stießen aber gleichwohl wie Winde, die gegen einander gehen, zusammen, und fuhren in einem gemeinschaftlichen Strale nach der Diagonale fort.

6. Stellte man die eine Spitze so, daß ihr Strahl gegen die mit Phosphor bestrichene Stelle der andern fuhr, so trieb sie auch mit ihrem Blasen die Dünste von der andern Spitze so, daß der Phosphorstrom verlosch. Dieselbe Wirkung thaten beyde Elektricitäten.

7. Wurden die Spitzen so umgebogen, daß sie ihre Strahlen parallel ausbliesen, so schienen auch diese einander wenig zu ziehen; aber doch fuhren sie in einem stärkern und gemeinschaftlichen Rauche und Strome aus.

Mit einer elektrisirten und einer ableitenden Spitze bemerkte man dieselben Veränderungen, welche entgegengesetzte Elektricitäten zeigten.

Aus der Vergleichung aller dieser Versuche zog nun Wilke folgende Sätze: 1. alle Spitzen überhaupt treiben einen elektrischen Wind von sich, welcher den Phosphorstrom verursacht; 2. diese Winde wirken auf eine mechanische Art gegen einander, indem sie zusammenstoßen, und mit einer zusammengesetzten Bewegung Diagonalen beschreiben u. s. w. 3. Demungeachtet behalten diese Winde und Phosphorstrahlen die entgegengesetzte Art und Natur, welche sie von der Elektricität erlangen, mit welcher sie ausgetrieben werden. Die gleichartigen, positiven oder negativen, treiben einander fort; aber die ungleichartigen oder mit entgegengesetzten Elektricitäten ausgetriebenen zie-

hen einander an. Obgleich diese Versuche zeigten, daß alle Spitzen elektrische Materie ausblasen, so folge doch nicht daraus, daß alle elektrische Materie von einerley Art sey. Dieses hindere auch, die ungleichen Wirkungen, welche die Spitzen ausüben, nur für Unterschiede der Grade und der Stärke einer und derselben Kraft anzunehmen. Am wahrscheinlichsten, sagt er, wäre es, daß sich verschiedene elektrische Materien in der Natur finden möchten; auf was für Art sie aber in einem und demselben Körper erregt und erhalten werden, sey ein unaufgelößtes Geheimniß.

Auch Beccaria *) suchte die Richtung der elektrischen Flüssigkeit aus den Erscheinungen spitziger Körper zu bestimmen. Der Pinsel, worunter er das elektrische Feuer an der positiv elektrisirten Spitze versteht, sagt er, zieht sich bey Annäherung eines breiten Stücks nicht elektrisirten Metalls zusammen; da hingegen der Stern, worunter er das elektrische Feuer an einer negativ elektrisirten Spitze meynt, sich unter eben denselben Umständen ausbreitet, und nahe an der Spitze, nach der breiten Oberfläche zu, eine kleine Höhlung hat. Der Pinsel ist mit einem Knistern begleitet; der Stern hingegen verursacht wenig oder gar keinen Laut. Von der erstern dieser Erscheinungen sagt er bloß, daß dieß die nothwendige Folge einer aus einer Spitze heraus= oder in dieselbe hineinströmenden Flüssigkeit sey. Der stärkere Laut aber, welchen der Pinsel verursachte, entstand, seiner Meynung nach, von dem durch die elektrische Materie der Luft beygebrachten Stoße, welcher dieselbe in eine zitternde Bewegung setzt; und dieser muß nothwendig alsdann, wenn die Flüssigkeit aus der Spitze in die Luft hinein gesto=

*) Elettricismo artificiale e naturale. p. 63.

gestoßen wird, stärker seyn, als wenn sie durch verschiedene Strecken Luft hindurch fährt, und in einer Spitze zusammenkommt.

Wurden die zwey Spitzen einander entgegen gestellt, so waren die Erscheinungen bey beyden einerley.

Beccaria u) bemerkte, daß hohle gläserne Gefäße von einer gewissen Dünne, aus welchen die Luft herausgebracht worden, ein Licht von sich gaben, wenn sie im Finstern zerbrochen wurden. Nach einer Reihe von Versuchen fand er endlich, daß die Lichterscheinung nicht von dem Zerbrechen des Glases, sondern von dem Anstoßen der äußern Luft an die inwendige Seite des Glases herrühre. Er bedeckte das eine dieser luftleeren Gefäße mit einem Recipienten, ließ die Luft plötzlich an die auswendige Seite desselben stoßen, und ward eben dergleichen Licht gewahr. Dieses nennt er seinen neu erfundenen Phosphor.

Er brachte eine schöne Erscheinung des elektrischen Lichts auf folgende Art hervor. Er leitete positive Elektricität nach einer an einem Drathe aufgehängten messingenen Kugel in einem ausgepumpten Recipienten, und bemerkte, wenn er eine andere Kugel daran brachte, daß die untere Halbkugel der erstern durch einen sichtbaren elektrischen Dunstkreis überaus schön erleuchtet ward. Leitete er negative Elektricität nach der Kugel, so zeigte sich eine eben so schöne Erleuchtung an der daran gebrachten Kugel. Dieser Versuch, sagt er, ist sehr mißlich, indem er, wenn er vollkommen gelingen soll, viel Geduld und Geschicklichkeit bey Einrichtung der Entfernungen u. s. w. erfordert.

Lane

u) Lettere dell' elettricismo. p. 365.

Lane *) zeigte durch einige artige Versuche, daß das elektrische Licht viel feiner sey, als ein auf jede andere Art hervorgebrachtes Licht.

Als er, zu gewissen verschiedenen Absichten, den elektrischen Schlag im Finstern über die Oberfläche eines Stücks Marmor hatte fahren lassen, bemerkte er, daß derjenige Theil, worüber das Feuer hinweggefahren war, leuchtend ward, und dieses Licht eine Zeitlang behielt. Da keine solche Wirkung von dem elektrischen Schlage vorher je beobachtet worden war, so wiederholte er den Versuch mit mannichfaltiger Veränderung der Umstände, und fand, daß es allemal mit allen kalkartigen Substanzen, sie mochten aus dem Thier- oder Mineralreiche seyn, und zwar besonders, wenn sie zu Kalk gebrannt waren, von statten gieng. So viel als er versucht hatte, behielten die meisten Substanzen dieses Licht; unter andern wurden verschiedene vegetabilische, vornämlich weiß Papier, Ziegel und Mauersteine leuchtend; Tabackspfeiffenthon hingegen nicht, wenn er auch noch so gut gebrannt war.

Daß gypsartige Substanzen, wenn sie calcinirt waren, leuchteten, zeigte sich an Stücken von Gypsbildern; und zu dieser Classe, sagt er, gehört der berühmte Bologneser Stein. An einigen Körpern aber beobachtete er, daß sie nach dem elektrischen Schlage leuchtend wurden, welche es augenscheinlich nicht waren, wenn man sie an die Sonne gelegt hatte.

Er stellte diese Versuche so an, daß er die Ketten oder Drathe, welche von dem Leiter nach dem auswendigen Ueberzuge seiner Flasche führten, 2 bis 3 Zoll

*) Philos. Transact. Vol. LVI. p. 107.

Zoll von einander auf die Oberfläche des zum Versuche gebrauchten Körpers legte, und einen Schlag durch dieselben hindurch gehen ließ. War der Stein dünn, so erschien er, wenn die eine Kette um das obere, und die andere um das untere Ende gelegt worden war, nach der Explosion an beyden Seiten leuchtend.

Canton, welchem die Nachricht von diesen Versuchen mitgetheilt war, zeigte, daß es bloß das Licht wäre, welches die Substanzen behielten, aber nichts der Elektricität eigenthümliches. Er entdeckte überdieß, nach öftern Versuchen, eine gewisse Composition, welche gemeines Licht sowohl, als auch das Licht der Elektricität, weit stärker behielt, als der Bologneser Stein, oder irgend eine andere Substanz. Mit diesem neuen Phosphor machte er eine Menge Versuche. Der durch Entladen einer gemeinen Flasche innerhalb eines Zolls eines runden Stücks derselben von ungefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hervorgebrachte Blitz erleuchtete sie dermaßen, daß man vermittelst desselben in einem verfinsterten Zimmer die Figuren auf einer Uhrtafel deutlich erkennen konnte, und sie behielt das Licht eine halbe Stunde lang.

Eine merkwürdige Beobachtung über das elektrische Licht machte Hartmann. Als er nämlich in einem Zimmer vier oder fünf Stunden lang nach einander Versuche gemacht hatte, und, nachdem er hinaus gegangen war, sofort mit einem brennenden Lichte in seiner Hand wieder zurückgekommen war und dabey ziemlich schnell gieng, bemerkte er, daß in der Distanz von ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Schritt eine kleine Flamme hinter ihm herfolgte, welche aber wieder verschwand, sobald er, um dieselbe zu untersuchen, stehen blieb. Er gerieth bey der ersten Erscheinung dieser Flamme

me in kein geringes Schrecken; kam aber nachher auf den Gedanken, daß die Flamme durch nichts anders, als durch die Entzündung des Schwefels, welcher durch das heftige anhaltende Elektrisiren in die Luft getrieben worden war, verursacht seyn konnte.

Elektricität des Tourmalins.

In diesen Zeitraum fällt ein ganz neuer Gegenstand von elektrischen Untersuchungen, welcher ein größeres Licht über die Natur der Elektricität zu verbreiten schien, nämlich der so genannte Tourmalin. Die besondere Beschaffenheit dieses Steins, daß er durch bloße Kälte und Wärme elektrisch wird; das Verhalten und die mannichfaltigen Abwechselungen dieser Elektricität, und andere besondere Umstände, waren schon merkwürdig genug, diesen Stein einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Die erste Nachricht vom Tourmalin fand Herr Beckmann in folgendem Buche: Curiöse Speculationes bey Schlaf-losen Nächten — von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculirt. Chemnitz und Leipzig. 1707. 8., dessen Verfasser meldet, ihm sey von Herrn Daumius, Stabs-Medicus bey der königl. Polnisch. und Churf. Sächs. am Rhein stehenden Militz erzählt worden, daß anno 1703 die Holländer einen aus Ostindien von Ceylon kommenden Edelstein, Turmalin oder Turmale, auch Trip genannt, zum erstenmale nach Holland gebracht hätten. Wie dieser ceylonische Tourmalin in seiner natürlichen Beschaffenheit aussieht, davon haben wir keine genaue Beschreibung. Gewöhnlich ist er schwarzbraun, theils durchsichtig, theils undurchsichtig. Ohne Zweifel sind die Steinhändler durch die Härte, das Gewicht, die Durchsichtigkeit des Steins u. d. g. veranlaßt worden, sein Verhalten

halten im Feuer, wie bey den Edelsteinen, zu prüfen, und haben ihn in dieser Absicht auf glühende Kohlen gelegt, wobey sie von ohngefähr gefunden haben, daß der Stein, wenn er erwärmt ist, die Aschentheilchen und den Staub, womit die Kohlen bedeckt waren, an sich zieht und von sich stößt. Diese Eigenschaft, die bey andern Steinen ungewöhnlich ist, mußte nothwendig ihre Verwunderung erregen; daher auch selbst der Stein gesucht und theuer verkauft ward. Daher hat er die Nahmen: Aschentrockner, Aschenzieher, Aschenstein oder Aschenblaserstein. Die Ceyloner nennen ihn Tournamal, wovon er wohl den gewöhnlichen Nahmen Tourmalin erhalten haben mag.

Ob die Alten diesen Stein gekannt haben, ist nicht genau bekannt. Die Farbe ist ein unsicheres Kennzeichen, und die elektrischen Wirkungen sind leicht von Unwissenden mit denjenigen verwechselt worden, was das Reiben gewöhnlich bey allen glasartigen Edelsteinen verursacht. Doch ist glaublich, daß die rothen und scharlachfarbenen Carfunkel, die Plinius (L. XXXVII. c. 37.) erwähnt, die, von der Sonne erwärmt, Strohhalme und Papierstückchen an sich ziehen, eine Art Aschensteine sind; wie auch Watson [y]) aus Theophrast's Beschreibung des Lynkurers der Alten mit viel Wahrscheinlichkeit bewiesen hat, daß er am besten auf den Tourmalin paßt. Inzwischen findet sich außer in dem angeführten Buche der ceylonische Tourmalin auch in der Hist. de l'Acad. Roy. des scienc. 1717. deutlich beschrieben, wo er ein neuer und ungewöhnlicher Magnet genannt wird. Hier ist, heißt es, noch ein kleiner Magnet; ein Stein, der sich auf der Insel Ceylon findet, in der Grö-

y) Philos. Transact. Vol. LI. p. 397.

Größe eines weißen Stübers, platt, rund, etwa 1 Linie dick, braun, glänzend und spiegelnd, ohne Geruch und Geschmack, der leichte Körper, als Asche, Papierspäne, Feilspäne u. s. w. an sich zieht und von sich stößt. Lemery zeigte ihn, und er ist nicht sehr gemein. Aus der Vergleichung zwischen diesen Wirkungen und den gewöhnlichen magnetischen, welche darauf angestellt wird, erhellet noch deutlicher, daß es ein Tourmalin gewesen ist. Diese Beschreibung hat ohne Zweifel viel dazu beygetragen, daß der Tourmalin unter dem Nahmen des ceylanischen Magnets allgemeiner bekannt geworden ist; daß er aber doch noch lange selten gewesen ist, läßt sich daraus beweisen, weil Musschenbroek in seiner 1724. herausgegebenen Abhandlung vom Magnete gesteht, er habe diese in Paris beschriebenen Magnete noch nicht gesehen oder untersucht. Diese Steine sind aus Holland besonders in Deutschland ausgebreitet worden, wo einige Schriftsteller sie beschreiben, und verschiedene damit angestellte neue Versuche erzählt haben. Aus Zedler's Universallexicon B. XLV. S. 850. ist besonders zu ersehen, daß man damit verschiedene Untersuchungen anzustellen angefangen hatte. Es wird daselbst berichtet: dieser Stein sey von Ostindienfahrern an deutsche Juden verkauft worden; er habe die Farbe des Chrysolith; er finde sich in größern Stücken, die man dünner geschliffen habe, nachdem das Aschenziehen sey entdeckt worden; dabey wird erinnert, er müsse erwärmt werden, aber doch müsse man ihn nicht gar zu warm halten, wenn er mit der Asche spielen solle; kalt thue er diese Wirkung nicht. Man habe diese Eigenschaft bey den deutschen Landchrysoliten, oder irgend einer andern Art Edelsteine, nicht gefunden. Da man übrigens gesehen habe, daß

der

der Stein vornämlich auf Torfasche und chemische Zubereitungen aus Eisen und dessen flüchtigem Geiste wirke, auch dabey aus dem laboratorio Ceylanico wisse, daß sich auf Ceylon viel Eisenerz findet: so habe man den Tourmalin für Eisenglanzerz halten wollen, und geglaubt, ein Eisenschwefel sey der Grund seiner Eigenschaften. Alles dieß zeigt hinreichend, daß man den Stein gekannt hat, und daß man die wahre Ursache seiner Eigenschaft auszuforschen bemüht gewesen ist, dabey aber die Gedanken auf etwas eisenhaltiges und magnetisches gerichtet hat.

Der erste, welcher bey den Wirkungen des Tourmalins auf die elektrische Kraft gefallen ist, war der Ritter von Linné, welcher in der Vorrede seiner Flora Zeylanica, zu Upsal 1747 geschrieben, unter den Ceylanischen Merkwürdigkeiten den von Lemery beschriebenen Stein anführt, und ihm den Nahmen lapis electricus giebt. Ceylon, sagt er, hat Edelsteine in Menge, als: Rubine, Sapphire, Katzenaugen u. d. gl. Die Flüsse bieten überall Perlen an, und am wenigsten darf ich den elektrischen Stein verschweigen, den man an den Flüssen findet; er ist von der Größe eines Stübers, flach, rund, glänzend, bräunlicht, 1 Linie dick, ohne Geruch, ohne Geschmack, zieht leichte kleine Sachen, z. B. Eisenfeil, Papierschnitte u. s. w. an sich, und stößt sie darauf wieder zurück. In der That eine wunderbare und unerhörte Eigenschaft, wenn sich solches bey einem Steine findet, der weder durch Bewegung noch durch Reiben erwärmt worden, der nur hier entdeckt und beobachtet worden ist. Die elektrische Natur des Tourmalins ward aber nicht eher als zehn Jahre darnach, 1757 von Aepinus zu Berlin entdeckt, und das durch ganz andere Anleitungen, als bisher angeführt worden sind.

Wilke hielt sich zu damaliger Zeit in Berlin auf, und wohnte mit Aepinus, damals Astronom daselbst, in einem Hause. Es wurde durch den Bergrath Lehmann berichtet, daß er einen kleinen Stein besitze, welcher auf Kohlen gelegt mit der Asche spiele, und durch die Elektricität untersucht zu werden verdiene. Aepinus, welcher diesen Stein so wenig, als Wilke, kannte, nahm ihn zu sich, und fand bey der ersten Probe die Sache richtig. Die Kraft des Steins bestand in einer wirklichen, und durch die Wärme allein erregten Elektricität. Wilke wurde hievon sogleich benachrichtigt, und war nachher bey den meisten Versuchen gegenwärtig und behülflich, welche sowohl mit diesem Steine, als auch mit einem größern, den Aepinus gekauft hatte, angestellt wurden. Aepinus Abreise nach Petersburg unterbrach die Fortsetzung dieser Versuche, indessen übergab er sogleich der Berlinischen Akademie einen Aufsatz davon, der sich in der Hist. de l'Acad. de Berlin 1756. p. 105. findet. Dieser Band ist 1758. herausgekommen. Von diesen Versuchen theilte Wilke eine kurze Nachricht in seiner Diss. de electricitatibus contrariis p. 50. mit. Das wesentlichste davon besteht in folgendem:

Der Stein erhielt allemal auf beyden Seiten entgegengesetzte Elektricitäten, er mochte auf glühenden Kohlen, warmen Metallen, in kochendem Wasser, mit gesammleten Sonnenstrahlen, oder auf irgend eine andere Art erwärmt werden. Diese Elektricitäten entstanden zwar allemal auf denselben Stellen oder Seiten des Steins, welche man daher auch, wie beym Magneten, Pole nennen konnte; aber nach der ungleichen Art, wie der Stein erwärmt ward, wechselten sie an diesen Stellen auf verschiedene Art von po-

sitiver in negative. Diejenige Seite des Steins, welche aus dem heißen Wasser herausgezogen positiv war, ward negativ, wenn man den Stein auf warmem Metall wärmte; dagegen die andere Seite, die in jenem Falle negativ war, in diesem positiv ward. Der letzte Zustand verschwindet dabey von selbst, dagegen der erste, oder wie Aepinus ihn nennt, des Steins natürlicher Zustand, wiederkommt, und eine lange Zeit anhält. Aepinus druckte diese Beobachtungen in folgendem Gesetze aus: der Stein ist im natürlichen Zustande, wenn beyde Seiten gleich warm sind; aber im entgegengesetzten Zustande, wenn eine Seite wärmer ist, als die andere.

Beyde Seiten haben also allemal entgegengesetzte Elektricitäten; aber diese elektrische Beschaffenheit beruht nicht auf des Steins äußerlicher Gestalt, sondern auf seinem innern Baue, weil beyde Steine, die völlig ähnlich gebildet waren, gleichwohl unter einerley Umständen an ähnlich liegenden Seiten entgegengesetzte Kräfte zeigten. Die durch Wärme erregte Elektricität dieser Steine gab sich durch die gewöhnlichen Wirkungen, Ziehen, Zurückstoßen, Mittheilung des Feuers u. s. f. zu erkennen; aber man muß sie sorgfältig von der Elektricität unterscheiden, die darin durch Reiben mit andern Körpern erregt wird.

Reibt man den Stein an einer Seite allein, mit Wolle u. d. g., so wird er positiv, und das auf beyden Seiten; rührt man aber indessen die andere Seite mit dem Finger an, oder ist das Reiben so stark, daß der Stein warm wird, so entstehen daraus neue zusammengesetzte Veränderungen, wobey der Stein auch auf beyden Seiten gleichartig werden kann. Von Aepinus Tourmalinen wog der größere 21 Gran,

und war durchsichtiger, als der kleinere, der 7 Gran wog. Beyde hatten ihre Pole, einen mitten auf jeder Seite liegen.

Der erste, welcher nach Aepinus und Wilke diesen Stein weiter untersuchte, war der Herzog von Noya Carassa. Er machte seine Beobachtungen in einem Briefe an Buffon [z]) bekannt. Denn als Wilke seine Abhandlung und Aepinus einen Auszug seines Aufsatzes nach Paris geschickt hatten, so ward das, was den Tourmalin betraf, von Toussaint in seinen Observations periodiq. de physique et d'histoire naturelle angeführt, und dadurch dem Herzoge bekannt gemacht, der bereits zuvor auf seinen Reisen den Tourmalin kennen gelernt, auch in Holland zwey dergleichen Steine bekommen hatte, mit welchen er von Adanson und d'Aubenton die Versuche anstellen ließ, welche in diesem Briefe an Buffon beschrieben sind.

Des Herzogs Steine waren nicht völlig so groß, als Aepinus Steine, schienen aber von sehr lebhaften Kräften zu seyn. Der kleinere war undurchsichtig und schwarzbraun, der größere aber hatte eine rauchige gelbe Farbe, an Durchsichtigkeit glich er den böhmischen gelbbraunen Krystallen, und hielt sowohl an Glanz als an Härte das Mittel zwischen diesen und den orientalischen Topasen. Der Aschenversuch gelang mit diesen Steinen gut, wobey auch mit Genauigkeit angezeigt ward, in welcher Entfernung sie allerley leichte Körper zogen und von sich stießen, z. B. Eisenfeil, Asche und Kohlenstaub wurden 3 Zoll weit geworfen. Nach dieser Veranlaß

z) Lettre sur la Tourmaline à Mr. *Buffon.* à Paris 1759

lassung wurden Versuche mit 33 edlen und feinen Steinen angestellt; darunter fand sich aber keiner, welcher den Tourmalin in dieser Eigenschaft ähnlich gewesen wäre. Was die übrigen Beschaffenheiten des Steins betrifft, so stimmten sie meistens mit demjenigen überein, was Aepinus und Wilke angeführt hatten, nur in einigen Umständen schienen sich die Steine anders verhalten zu haben. Sie gaben kein Feuer im Finstern und konnten im heißen Wasser nicht mit Vortheil elektrisirt werden. Der Herzog machte sich aber in Absicht auf die entgegengesetzten Elektricitäten andere Vorstellungen. Er verwirft diesen Unterschied gänzlich, und erklärt daraus gewisse Veränderungen in den elektrischen Wirkungen des Steins aus der ungleichen Wärme der äußern Flächen, und langsamerer oder schnellerer Abkühlung. Daher mußte er auch am Ende zwischen der Elektricität des Tourmalins und der gewöhnlichen einen Unterschied annehmen.

Noch in demselben Jahre ward in der königl. Societät zu London am 6ten Dec. ein Brief von Wilson an Doct. Heberden vorgelesen, der neue Versuche mit dem Tourmalin enthielt. Wilson hatte mit einem kleinen Tourmalin, den D. Sharpe zu Cambridge ihm zuschickte, bald die Richtigkeit von demjenigen gefunden, was Aepinus angegeben hatte. Nachher aber hatte er Gelegenheit, diese elektrischen Merkwürdigkeiten mit einem der größten Tourmaline zu untersuchen und zu bestätigen, die bis dahin gebraucht worden waren. Dieser Stein wog 120 Gran, war $1\frac{1}{4}$ Zoll lang, 1 Zoll breit und $\frac{1}{5}$ Zoll dick, auf einer Seite flach, auf der andern rundlich. Wenn man ihn aus dem Wasser zog, war die rund-

liche Seite positiv, und die flache negativ, welches, nach Aepinus, seinen natürlichen Zustand ausmachte. Erwärmte man ihn aber auf einer Seite allein an der Flamme eines Lichts, an warmem Metall oder Glas, so hatten allezeit beyde Seiten die Elektricität, welche die erwärmte Seite allein im natürlichen Zustande hätte bekommen sollen. Beyde Seiten waren positiv, wenn die rundliche, und negativ, wenn die flache allein erwärmt ward. Dieses gieng darnach von selbst zu vorerwähntem natürlichen Zustande über; schien aber mit Aepinus Versuchen zu streiten, vermöge deren der Stein, auf einer Seite erwärmt, im entgegengesetzten Zustande seyn sollte, daß also die flache Seite positiv und die rundlichte negativ hätte werden müssen. Indessen haben diese Versuche zuerst gezeigt, daß der Stein durch Erwärmung auf einer Seite überall positiv oder negativ werden könne.

Wenn Wilson den Stein an andere Körper rieb, so ward er allemal positiv. Der Diamant allein machte ihn negativ. Der Stein war so leicht zu erregen, daß das Reiben der Luft, die man mit einem Blasebalge daran trieb, ihn positiv machte. Da aber die Luft auch zugleich sehr warm war, so nahm er auch die von der Luft herrührende Abwechselung an, die mit der vorigen zusammengesetzt ward. Dabey ist als etwas neues zu bemerken, daß dieses Reiben der Luft auch im Stande war, erwärmtes Glas und Ambra zu elektrisiren. Die Beständigkeit der Pole des Tourmalins, und daß ihre Lage nicht bey dem einen wie bey dem andern ist, hatte Wilson Gelegenheit bey mehreren Tourmalinen zu bestätigen: einige hatten die Pole an den Seiten, andere an den Rändern, andere in einer Diagonallinie in den Winkeln. Diese

Pole

Pole änderten sich auch weder durch Schleifen, noch dadurch, daß man den Stein in's Feuer legte, und selbst glühend machte. Wenn man ihn aber glühend in kaltes Wasser warf, bekam er viele Risse und verlor alle elektrische Kraft.

Einige Jahre darnach traf Wilson verschiedene Steine von ungleicher Farbe und Größe an, welche dem Tourmalin an elektrischen Eigenschaften ähnlich waren. Der schönste darunter war wie ein Rubin, andere waren bleicher, und einer fiel in Oranfarbe. Es ward nicht gemeldet, woher sie wären, alle aber kamen an Glanz und Härte dem Topas am nächsten. Alle hatten die Pole auf verschiedene Arten gelegen, ohne daß sich diese Lage irgend nach ihrer äußern Gestalt richtete; sie mußte ihren Grund in dem innern Bau der Steine haben. Diese Sache ward auch einiger Maaßen durch Versuche erläutert, die man mit dem rohen Tourmalin anstellte. Herr da Costa hatte sich einige so genannte Brasilische Smaragde verschafft, eine Art grüner, länglichter, schmaler Krystalle ohne ordentliche Seiten oder Winkel, aber längshin gestreift, den Schörlkrystallen ähnlich. Diese rohen Krystalle werden von der Wärme, wie der Tourmalin, elektrisch, haben aber allemal die Pole an den Enden der Krystalle, so daß die Richtung, nach welcher die elektrische flüssige Materie durch den Stein geht, durch den Wuchs oder das Korn der Krystalle bestimmt wird. Ein Ende wird positiv, das andere negativ. Es wird daher glaublich, daß es sich bey allen übrigen Tourmalinen auch so verhält, und daß sich die Lage der Pole an den abgebrochenen und geschliffenen Stücken nach dem Korne der Krystallen richtet, wodurch sich die elektri-

sche Materie vermuthlich am leichtesten drängt, als in einer Richtung, in der sie den geringsten Widerstand findet. Diese merkwürdigen Beobachtungen bey Steinen, welche dem Tourmalin ähnlich sind, hat Wilson beschrieben [a]).

Den größten Theil dieser zerstreuten Abhandlungen vom Tourmalin hat Aepinus [b]) gesammlet, und zugleich in einem Briefe an den Herzog von Caraffa den Einwurf widerlegt, der gegen die entgegengesetzten Elektricitäten gemacht worden war. Zuletzt folgen Anmerkungen über Wilsons Brief, die besonders die vorermähnte Ungleichheit in der Elektricität des Tourmalins betreffen, wenn der Stein auf einer Seite allein erwärmt wird. Aepinus hat nie eben dasselbe mit Wilson gefunden, ob er es gleich auch auf Wilson's Art verursacht hat, sondern ihm sind allezeit entgegengesetzte Elektricitäten auf den Seiten des Steins entstanden, wenn er eine Seite allein erwärmt hat. Also hält er seine vorige Regel für zuverlässig, bleibt aber ungewiß, was diese Unähnlichkeit der Versuche veranlaßt hat. Auf diese Anmerkungen hat Wilson geantwortet, und dabey noch mehr erläuternde Versuche von des Tourmalins elektrischem Verhalten mitgetheilt. Den erwähnten Unterschied zwischen Aepinus Versuchen und dem seinigen leitet er theils von der ungleichen Größe der Steine, theils von ungleichen Graden der Wärme her. Wilson's Steine waren sehr groß, und die elektrische Kraft ließ sich in ihnen sehr leicht erregen. Ein Unterschied von einem oder ein Paar Graden am Thermometer war hinlänglich, ihre Elektricität

tät

a) Philos. Trans. Vol. LII. p. 443.

b) Recueil de differents memoires sur la Tourmaline. à Petersb. 1762. 8.

tät zu erwecken. Ja es war nichts weiter nöthig, als sie aus einem warmen Zimmer in ein kaltes, oder umgekehrt, zu bringen. Wenn dieß geschah, so war es sehr merkwürdig, daß 1. wenn der Stein aus der Kälte in die Wärme kam, die rundliche Seite negativ, die platte positiv ward; wenn aber 2. der Stein aus warmer Luft in kalte gebracht ward, das Gegentheil erfolgte, die erhabene positiv und die flache negativ ward. Auf solche Art ward die Elektricität im Tourmalin sowohl durch Wärme als durch Kälte erregt. Dieß erfolgte eben so, nur schwächer, bey feuchter Witterung, auch wenn der Stein nur aus Sonnenschein in Schatten gebracht ward. Alle Zeichen der Elektricität aber verschwanden, sobald der Stein einerley Wärme mit dem Zimmer annahm.

Bey einem seiner Steine, welcher an allen Seiten platt und fast ein Parallelepipedum war, nahm er wahr, daß er viel dunkler aussah, wenn man ihn zwischen dem Auge und dem Licht hielt und in der Richtung durchsah, nach welcher die elektrische Materie gieng, als wenn man durch eben den Stein quer über die vorige Richtung sah. Eben dieß fand bey vielen Tourmalinen statt, besonders, wenn sie eine dazu schickliche Gestalt hatten.

Die wichtigste Entdeckung über die Elektricität des Tourmalins aber ward vom Herrn Canton gemacht, welcher in einer Abhandlung, die im J. 1759 der königlichen Societät vorgelesen ward, bemerkte, daß der Tourmalin bloß durch die Verstärkung oder Verminderung seiner Hitze das elektrische Fluidum von sich lasse und in sich ziehe. Denn wenn der Tourmalin, sagt er, auf ein plattes Stück heiß gemachtes Glas oder Metall dergestalt gelegt wird, daß

jede Seite desselben, indem sie senkrecht auf der Oberfläche des erhitzenden Körpers liegt, gleiche Hitze bekommen kann, so wird während dem Erhitzen die eine Seite positiv und die andere negativ. Eben dergleichen Bewandtniß hat es auch, wenn man ihn aus siedendem Wasser nimmt, und kalt werden läßt.

In dieser Abhandlung bezieht sich Canton auf das Gentleman's Magazine vom Herbstmonat 1758, worin er das Resultat einiger Versuche bekannt gemacht hatte, welche von ihm mit demjenigen Tourmalin, den er sich aus Holland hatte kommen lassen, angestellt worden waren. Seine Sätze sind folgende:

1. Wenn der Tourmalin nicht elektrisch oder anziehend ist, so wird er es, wenn man ihn heiß macht, ohne Reiben, und die Elektricität der einen Seite desselben (A) ist positiv und die Elektricität der andern Seite (B) negativ.

2. Wenn der Tourmalin nicht elektrisch ist, so wird er es beym Erkalten; jedoch mit dem Unterschiede, daß die Seite A negativ und die Seite B positiv wird.

3. Läßt man den Tourmalin in einem unelektrischen Zustande heiß und nachher wieder kalt werden, ohne eine von dessen Seiten zu berühren, so wird während der Zeit der Zu- und Abnahme seiner Hitze A positiv und B negativ.

4. Die eine Seite des Tourmalins wird durch Reiben positiv, und zwar können es beyde zugleich werden. Dieses, sagt er, sind die Hauptgesetze der Elek-

Elektricität des wunderbaren Steins; und er fügt hinzu, daß, wenn man annimmt, daß die Luft mit gleichen Eigenschaften begabt sey, die positiven und negativen Gewitterwolken sowohl, als auch die Donnerschläge, sich leicht erklären lassen.

Als Canton nachher einige Tourmaline von D. Heberden bekommen hatte, so war er im Stande, verschiedene neue und artige Versuche damit anzustellen, welche Priestley in seiner Geschichte der Elektricität anführt.

Er brachte einen Tourmalin, welcher von gewöhnlicher Farbe war, in die Flamme einer Blaseröhre, brannte denselben weiß, und fand, daß dessen elektrische Eigenschaft gänzlich entflohen war. Die Elektricität eines andern war durch das Feuer bloß zum Theil vernichtet worden. Zwey andere Tourmaline, welche er an einander gefügt hatte, waren durch das Feuer weich gemacht worden, ohne Zerstörung der elektrischen Eigenschaft. Die Kraft eines andern war durch das Schmelzen desselben an dem einen Ende verstärkt worden, und er fand, daß ein Tourmalin seine elektrische Eigenschaft behielt, nachdem er zum öftern rothglühend gemacht und in diesem Zustande in kaltes Wasser gelegt worden war.

Der artigste seiner Versuche aber ward mit einem großen irregulairen Tourmalin von ohngefähr einem halben Zoll in der Länge angestellt, welchen er in drey Stücke zerschnitt, wobey er einen Theil von dem positiven und einen andern von dem negativen Ende nahm. Als er mit jedem dieser drey Stücke besonders Versuche anstellte, fand er, daß die äußere Seite des Stücks, welches er von demjenigen Ende,

das

das beym Erkalten negativ gewesen war, abgeschnitten hatte, ebenfalls beym Erkalten negativ, und die äußere Seite des Stücks, welches von demjenigen Ende, das beym Erkalten positiv war, abgeschnitten wurde, beym Erkalten ebenfalls positiv war; die entgegenstehenden Seiten beyder Stücke aber befanden sich, dem allgemeinen Gesetze der Elektricität des Tourmalins gemäß, in einem entgegengesetzten Zustande.

Der mittlere Theil eben desselben Tourmalins erlitt eben so wenig eine Veränderung, als wenn er ganz war; das positive Ende blieb positiv, und das negative Ende negativ. Eben dasselbe hatte er auch an zwey andern Tourmalinen beobachtet, deren jeder ohngefähr gleich groß war, und welche ebenfalls aus einem großen herausgeschnitten waren.

Endlich stellte Canton im Jahr 1762 noch einen Versuch an, welcher zweyerley entgegengesetzte Elektricitäten deutlich beweisen sollte. Eine kleine blecherne Büchse mit einem gläsernen Schafte ward mit kochendem Wasser gefüllt und der Tourmalin hinein gelegt, die Büchse aber gab nicht das geringste Zeichen einer Elektricität.

Nach der Zeit haben sich mit diesem Gegenstande vorzüglich Bergmann, Priestley und Wilke beschäftigt. Der Bergmeister Cronstedt ließ für die königl. Schwed. Akademie der Wissensch. von Herrn Quist, der sich damals in Holland aufhielt, einige Tourmaline kommen, mit welchen Torbern Bergmann verschiedene Versuche angestellt hat. Sein Aufsatz ward im März 1766 vorgelesen [c]).

Berg-

c) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. S. 58. d. d. Uebers.

Bergmann bemerkt, daß man sich bisher geirrt habe, wenn man der Meynung gewesen sey, die Elektricität, welche der Tourmalin aus kochendem Wasser gezogen zeigt, sey durch die Wärme erregt worden. Es finde gerade das Gegentheil statt. Wenn der Stein in kochendes Wasser gelegt werde, so werde er den Augenblick elektrisch; aber das verschwinde eben so bald, theils weil die Materie, die ihn umgiebt, die elektrische Kraft raube, theils weil der Stein in wenig Sekunden selbst eben so viel Wärme annehme. Wenn der Tourmalin vollkommen eben die Wärme erlangt habe, wie die Materie, die ihn umgiebt, so würde alle Elektricität bey ihm unmerklich. Und dieß sey fast der einzige Umstand, den der Herzog de Noya Carassa mit Grund gegen Aepinus anführe, welcher behauptete, die Kraft zeige sich 6 Stunden nach der Erwärmung noch deutlich. Bergmann aber versichert mit Gewißheit, daß keiner von seinen Steinen diese Probe ausgehalten habe.

Da die beyden Herren Wilson und Aepinus in einem gewissen Versuche nicht einig waren, so suchte Bergmann die Meynungen beyder zu vereinigen. Wenn nämlich die eine Seite A mehr als die andere B erwärmt wird, so behauptet Wilson: A werde davon im Anfange sowohl positiv werden, als B, aber nach kurzer Zeit werde der letztere umwechseln und negativ werden. Eben so, wenn B mehr als A erwärmt wird, sagt er, würde man beyde im Anfange negativ finden, aber A würde alsdann in den positiven Zustand übergehen. Dagegen behauptet Aepinus, in beyden Fällen würde A im Anfange negativ und B positiv, und gegen das Ende der erste

posi-

positiv und der letzte negativ. Er bestätigt seine Meynung durch einige Versuche, welche Bergmann auf folgende Art prüfte. Er sagt, der Tourmalin werde auf Kohlenfeuer gelegt, nachher weggenommen und mit eben der Seite auf eine ausgehölte Glasscheibe gelegt. Bey diesem Verfahren müsse der Stein gemeiniglich überall in der Luft zusammengezogen werden; wenn aber seine eine Seite am Glase liege, so müsse sie mehr, als die aufwärts gekehrte, zusammen gezogen werden, weil das Glas dichter als die Luft sey, die innere Hitze werde also gegen die aufwärts gekehrte Seite getrieben, und versetze sie Anfangs in den Zustand der Ausbreitung, der aber mit der zufließenden Wärme abnehme, und sich endlich in Abkühlung verwandle.

Lege man den Tourmalin auf eine gewärmte metallene Platte, so habe Aepinus auch gefunden, daß die Elektricitäten der Pole anfänglich einander entgegengesetzt sind, welche sich zeigen, wenn der Stein aus dem kochenden Wasser genommen werde, und daß sie nachher umwechseln, welches alles ganz offenbar mit dem Grundgesetze übereinstimme.

Er vermuthet daher, dieser Zwist werde beygelegt werden. Beyder Herren Versuche seyen richtig und übereinstimmend. Nur in den Erklärungen sey ein Streit. Beyde leiteten den Erfolg ihres Versuchs von des Tourmalins ungleicher Erwärmung her, allein seiner Meynung nach komme die Hauptsache nicht hierauf an, sondern der vornehmste Grund liege in der Wirkung des umgebenden Mittels.

Ueberhaupt, bemerkt er zuletzt: die Elektricität des Tourmalins, in so fern sie von der Wärme oder

Käl-

Kälte herrührt, richte sich nach einem einzigen Grundgesetze, und die ihm allein zugehörigen bisher bekannten Eigenschaften ließen sich in der That in wenig Zeilen sagen. Die Veränderungen der äußern Fläche von der umgebenden Materie seyen die so fruchtbare Ursache aller hier vorkommenden wunderbaren Erscheinungen.

Wilke d) fand, daß in dem Tourmalin nichts stärker die Elektricität errege, als reines Quecksilber. Wenn er nur den Stein darauf legte, oder noch besser, wenn er ihn an eine Glasröhre kittete und in Quecksilber tauchte, auch etwas schnell herauszog, so zeigte sich der Stein überall positiv, und das Quecksilber eben so stark negativ, wenn es mit einer gläsernen Stange in eine hölzerne oder gläserne Büchse abgesondert ward, welches auch Priestley im Jahr 1766 wahrgenommen hatte.

Auch gelang es dem Herrn Wilke, dem Tourmalin die Elektricität mitzutheilen, welches der Herzog de Noyas läugnete. Er befestigte Tourmaline mit ein wenig Lack an einen langen seidenen Faden, und führte dagegen einen Cylinder von Glas oder Schwefel, der 1 Zoll weit und über 1 Fuß lang war. Hiebey ward z. B. der eine Stein in der Entfernung einiger Zolle angezogen, elektrisirt und nachher zurückgestoßen, wie eine metallene Kugel, auch zeigte ihn die Probekugel ansehnlich positiv vom Glase und negativ vom Schwefel. Berührte man den Stein mit dem Finger innerhalb der Atmosphären dieser Cylinder, ohne an sie zu kommen, so ward seine Elektricität

d) Abhandl. der schwed. Akadem. der Wissensch. B. XXX. S. 3. ff. S. 105. ff.

tät in der Nachbarschaft des Glases negativ, aber beym Schwefel positiv. Kittete man den Stein an eine Glasröhre und brachte ihn in die Atmosphären, so that er oft denselben Dienst, wie der Finger, und leitete die vertheilte Elektricität ab.

Wilke zeigte sogar, daß der Tourmalin geladen werden könne. Wenn er ganz klein war, so geschahe dieß mit einer lebhaften Glasröhre oder einer Stange Siegellack, die man mehrmal hinter einander gegen eine Seite oder Kante von ihm führte, indem man die andere abgekehrte mit einer ableitenden Spitze berührte. Hier zeigte der Stein, wie gewöhnlich, an diesen Stellen zugleich entgegengesetzte Elektricitäten. Noch deutlicher ward der Versuch, wenn man diese Stellen mit dünnen Belegen von Spiegelfolie bedeckte. So könne man den Stein in allen Richtungen laden, am besten aber nach seiner tourmalinischen Axe.

Wilke war auch neugierig zu wissen, ob es einen gewissen Grad Wärme oder Kälte der Luft gebe, bey welchem der Tourmalin die größte Wirkung thäte. Allein er konnte dieß nicht bemerken, vielmehr kam es auf größere und schnellere Aenderung der Grade an, sie mochten über oder unter dem Eispunkte seyn. So konnte der Stein 20 bis 30 Grad durchgehen, ohne ein Merkmal der Elektricität zu äußern, wenn die Aenderung langsam erfolgte. Dagegen erregten 10 Grad plötzliche Aenderung die Elektricität. Die einmal erregte Elektricität dauerte so lange die Aenderung anhielt. Geschah sie schnell und behielt der Stein ungestört den Grad, welchen er zuletzt bekommen hatte, so konnte sich die Elektricität eine ganze Stunde, ja mehrere Stunden erhalten;
aber

aber bey einer geringen Aenderung, nach dem entgegengesetzten Grade, nahm sie ab, und gieng zur entgegengesetzten Art über.

Aus allen seinen Versuchen, welche er mit dem Tourmalin, in Luft und in gekochtem Wasser erwärmt, angestellt hatte, zog er diese Folgen: 1. daß des Tourmalins Elektricität vom Steine selbst herrühre, 2. daß sie durch reine Kälte und Wärme erregt werde; 3. daß des Steins innerer Bau hiebey mit in Betrachtung zu ziehen sey. Es müßten daher Wärme und Kälte vermögend seyn, durch Zusammenziehung und Erweiterung der Theile des Steins, welches ihre allgemeinste Wirkung sey, des Steins elektrische Materie in Bewegung zu setzen. Warum aber die Kälte gerade die Polarität in die entgegengesetzte verwandelt, die von der Wärme erregt wird, das lasse sich ohne Voraussetzung nicht wohl erklären. Wenn er den Stein als mit häufiger elektrischer Materie erfüllt betrachte, die von dem Steine stark angezogen und zurückgehalten werde, und annehme, eine Seite oder ein Pol desselben sey für Wärme und Kälte empfindlicher, als der andere, d. i. werde davon schneller erweitert und zusammengezogen, so müsse sich diese Materie in den kegelförmigen Kanälen bald mehr nach der einen, bald mehr nach der andern Seite ziehen, daraus entstehe in diesen Theilen ein relativer Mangel oder Ueberfluß, welches nach Franklin's Theorie das wesentlichste der Ladung und der entgegengesetzten Elektricitäten ausmache. Man könne eben diese Voraussetzung auf andere Theorien von dem Entgegengesetzten dieser Elektricitäten anwenden, und damit ziemlich durch alle Veränderungen des Steins durchkommen. Bey dieser Veranlassung

fügt er noch folgende Frage hinzu: kann man nicht die Atmosphäre der Erde wie einen großen Tourmalin betrachten, der aus ungleich dichten und elastischen Schichten besteht, welche, durch die Sonnenstrahlen ungleich erweitert, die Zertheilung der elektrischen Materie und die Elektricität der Atmosphäre veranlassen, die zuerst in trockener Luft erregt wird und sich daraus in Wolken sammlet, welche sie in sich ziehen und dazu dienen, das Gleichgewicht, sowohl in der Luft selbst, als zwischen Luft und Erde, wieder herzustellen?

Wenn der Tourmalin mit einem mäßigen Brennglase erwärmt ward, so dauerten die in ihm erregten Elektricitäten lange, und verschwanden alsdann, wenn nicht die Abkühlung in der Luft, wie zur Winterszeit, sehr stark ist, die die flache Seite negativ macht.

Beym rohen Krystalle zeigten sich hiebey deutlichere Umwechselungen. Es bezeichne nämlich A den Pol, der nach dem Herausnehmen aus heißem Wasser positiv, B den, der negativ bekommt, und der Stein werde frey auf das Ende eines aufgerichteten Glasrohrs gelegt. Ward nun

1. der Stein in der Mitte erwärmt, so ward der Fleck nicht elektrisch, aber in kurzem ward die Hälfte A negativ, die Hälfte B positiv, welches bey dem Abkühlen umwechselte. Die stärkste Kraft war an den Enden selbst.

2. Wärmte man das äußerste Ende A, so entstand da ein kleiner lebhafter negativer Fleck, und näher an der Mitte des Steins fand sich der positive Pol, welcher, nachdem der Stein wärmer ward, immer

mer näher nach dem andern Ende B zugieng, wo endlich das Anziehen am stärksten ward.

3. Nahm man den Stein aus der Sonne und kühlte ihn ab, ehe das Ende B stark ward, und zwar so, daß sich der positive Pol noch in der Mitte befand, so zeigte der Stein anfangs drey Pole, einen negativen an jedem Ende, und einen positiven in der Mitte, welches sich zuletzt so umkehrte, daß die Hälfte A positiv, B negativ ward.

4. Alles dieß erfolgte umgekehrt, wenn das Ende B erwärmt ward. Es ward positiv, und der negative Pol ruckte nach dem andern Ende A zu. Beym Abkühlen bekam der Stein drey Pole, da B und A positiv, das Mittel aber negativ war, und dieß verwandelte sich endlich in A positiv und in B negativ.

Wenn der Tourmalin durch dichte Körper erwärmt und abgekühlt ward; so fanden sich dabey so mannichfaltige Abwechselungen und Veränderungen, daß es für Herrn Wilke am schwersten war, die Art und Beschaffenheit des Steins dadurch zu erforschen. Weil noch niemand dieser Abwechselungen Ordnung und Verhalten hinlänglich bemerkt hatte, so richtete er seine Aufmerksamkeit vorzüglich auf diesen Gegenstand. Allen seinen Versuchen zu Folge glaubte er folgendes beobachtet zu haben.

1. Sowohl der ganze Stein, als jeder seiner Theile insbesondere, wenn sie durch Kälte oder Wärme elektrisirt werden, müssen entgegengesetzte Elektricitäten bekommen, welches bey jeder andern Erregung dieser Kraft allgemein ist.

2. Also kann in keinem Theile desselben die eine Art erregt werden, ohne daß nicht zugleich die derselben zugehörige andere irgendwo entsteht.

3. Die Lage der Stellen, wo sich diese Elektricitäten zeigen, richtet sich nach der Axe oder dem Wuchse des rohen Steins, und auf die Länge dieser Axe zugleich mit der Gestalt des Steins kommt es an, ob und wo sich mehr Pole zeigen können.

4. Das äußerste der Axen, oder die Polseiten selbst, haben nach dem Maaße ihrer ungleichen Empfindlichkeit und der daraus folgenden ungleichen Erweiterung und Zusammenziehung die Eigenschaften, daß Wärme den einen positiv, den andern negativ, Kälte aber den ersten negativ, den andern positiv macht.

5. Diese Eigenschaft haben alle Theile im Steine nach eben der Lage oder Richtung der Axe, sowohl die im Steine fest sitzen, als die davon abgesondert sind. Daher folgt, daß

6. Wenn der Stein überall gleich erwärmt wird, er nicht mehr als zwey Pole bekommt, weil der mittlern Theile entgegengesetzte Polaritäten einander aufheben, so wie viele kleine zusammengelegte Magnete einen großen ausmachen, der nur zwey Pole hat.

7. Wird wieder ein Theil gegen den andern ungleich erwärmt oder erkältet, so können an verschiedenen Stellen mehr Polaritäten, wie nach einander folgende Punkte des Magnets, entstehen. Solchergestalt kann der Stein an den Enden gleichartige Pole bekommen, in der Mitte aber einen entgegengesetzten u. s. w.

Ueberdem fand Wilke, daß der Tourmalin, so elektrisch er auch selbst wird, doch größern Me-

tal-

tallen keine Elektricität mittheilt, ehe deren andere Seite zugleich berührt wird. Die Ursache, meint er, ist wahrscheinlich dieselbe, welche bey allen geladenen Gläsern statt findet, bey welchen, wenn eine Seite ohne Belegung, die andere aber bloß mit einem großen Leiter versehen ist, alle Elektricität sich zu der Seite hinaus begiebt, wo der geringste Widerstand statt findet, aber auch zum ersten Leiter hinausgetrieben wird, wenn die andere Seite einen gleichen oder größern Leiter zum Gegengewichte erhält. Daher könne er nicht mit Bergmann von dem unelektrischen Zustande des Leiters auf die Seite oder den Pol des Steins schließen, der darauf liege. Daß dieser Pol wirklich elektrisch sey, folge schon aus der Art des Tourmalins und der Natur der entgegengesetzten Elektricitäten, die allemal zugleich entstehen müßten; erhelle aber auch augenscheinlich theils beym Aufnehmen des Steins, theils auch daraus, daß das Metall plötzlich elektrisch werde, wenn die Elektricität auf der obern Seite weggenommen wird, welche allein elektrisch seyn sollte, und nun das darunter liegende Metall desto weniger elektrisiren könnte, da dessen Elektricität allemal der obern Seite entgegengesetzt, aber mit der untern gleichartig gefunden werde.

Was das Elektrisiren kleinerer Körper durch den Tourmalin betreffe, so sey dabey keine Schwierigkeit, einzusehen, daß es theils durch den gewöhnlichen Uebergang, theils durch die Vertheilung in die elektrische Atmosphäre des Steins geschehe.

Glas verhielt sich anders als Metall, wenn der Tourmalin elektrisirt ward. Ohne Anrühren bekam das Metall keine Kraft, wohl aber das Glas. Berührte man den Stein, so war die Art, welche das Me-

 tall

tall bekam, der entgegengesetzt, welche das Glas erhielt.

Uebrigens bemerkt er, daß, wenn er den großen Tourmalin rieb oder auch in einer Glaszange über Kohlen wärmte, und nachher schnell mit dem Griffe eines polirten Schlüssels mehrmal nach einander berührte, derselbe einen zwar stillen aber doch sehr sichtbaren Glanz von sich gab. Auch hat er, obwohl selten, knackende oder klare Funken herauskommen sehen, wenn er ihn zwischen Belegungen gebracht hatte, und die Leiter zusammengefallen waren.

Atmosphärische Elektricität.

Nachdem die Naturforscher außer Zweifel gesetzt hatten, daß der Blitz bloß eine Wirkung der elektrischen Materie sey, so kamen sie auch auf die Vermuthung, daß vielleicht in der Atmosphäre selbst außer Gewittern Elektricität anzutreffen sey. Le Monnier [e]) war der erste, der dieß zum öftern bemerkte. Seine zu St. Germain en Laye angestellten Versuche bewiesen es unläugbar. Noch genauere Versuche über die Luftelektricität wurden von dem Abbé Mazeas [f]) auf dem Schlosse Maintenon in den Monaten Junius, Jul. und Oct. 1753 angestellt. Er spannte nämlich einen 370 Fuß langen eisernen Drath aus, dessen Enden 90 Fuß hoch über der Erde an seidenen Schnüren hiengen, und der mit einem elektrischen Drachen verbunden war. Vom 17ten Jun. an, da er mit seinen Ver-

e) Obfervat. fur l'électricité de l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des fcienc. de Paris. an. 1752.

f) Obferv. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon. 1753. in den Philof. Tranf. Vol. XLVIII. no. 57.

Versuchen den Anfang machte, war die Elektricität der Luft an jedem Tage, vom Sonnenaufgange an bis 7 oder 8 Uhr Abends, merklich; ausgenommen bey feuchter Witterung, da er keine Zeichen der Elektricität wahrnehmen konnte. Bey trockener Witterung zog der Drath kleine Körper, nicht mehr als 3 bis 4 Linien weit, an. Er wiederholte den Versuch alle Tage mit großer Sorgfalt, und beobachtete beständig, daß, wenn ganz und gar kein Gewitter war, die Elektricität einer 2 Zoll langen Stange Siegellack über zweymal stärker war, als die Elektricität der Luft. Diese Beobachtung veranlaßte ihn, zu schließen, daß bey Witterungen von gleicher Trockenheit die Elektricität der Luft allemal gleich sey.

Es schien nicht, als wenn Wind und Sturmwetter die Luftelektricität verstärkten, wenn kein Gewitter zugleich dabey war; denn er mußte drey Tage lang im Monat Julius, da es überaus und anhaltend windig war, Staub in der Nähe von 4 bis 5 Linien an den Leiter halten, ehe ein merkliches Anziehen wahrzunehmen war. Die Richtung der Winde, es sey Ost- oder West- oder Süd- oder Nordwind, verursachte keine merkliche Veränderung in der Elektricität der Luft, außer wenn die Winde feucht waren.

In den trockensten Nächten dieses Sommers konnte er kein Zeichen der Luftelektricität entdecken; hingegen stellte sich dieselbe des Morgens, wenn die Sonne über dem Horizont zu scheinen anfieng, wieder ein, und verschwand des Abends ohngefähr ½ Stunde nach Sonnenuntergang wieder.

Die stärkste Elektricität der Atmosphäre in diesem Sommer ward im Monat Junius an einem über-

aus trockenen Tage, da der Himmel sehr klar war und die Sonne sehr heiß schien, wahrgenommen. Die Entfernung von 10 bis 12 Linien war alsdann zur Annäherung des Staubes an den Leiter hinreichend, um die Staubtheilchen lothrecht in die Höhe steigen zu sehen, wie Eisenfeile bey Annäherung eines Magneten.

Am 27. Jun. Nachmittags um 2 Uhr ward er gewahr, daß einige Gewitterwolken über dem Horizonte aufstiegen, und er begab sich sogleich nach seinem Apparate. Nachdem er den Staub an den Schlüssel gehalten hatte, ward derselbe mit einer Kraft angezogen, welche immer stärker ward, je mehr die Wolken den Scheitelpunkt erreichten. Als sie nahe über den Drath gekommen waren, ward der Staub mit solcher Gewalt zurückgetrieben, daß er von dem Papiere ganz und gar hinwegflog. Er brachte ziemlich starke Funken heraus, ob es gleich weder donnerte noch blitzte. Als die Gewitterwolken gerade über dem Scheitelpunkte seines Draths standen, bemerkte er, daß die Elektricität dermaßen stark geworden war, daß sogar der seidene Faden leichte Körper 7 bis 8 Zoll weit zog. Diese Gewitterwolken blieben ohngefähr zwey Stunden über dem Horizonte stehen, ohne daß es donnerte und blitzte; auch verminderte ein sehr heftiger Regen die Elektricität nicht, außer gegen das Ende, da die Wolken sich zu vertheilen anfiengen.

Kinnersley [g]) beobachtete, daß, wenn die Luft recht trocken war, sich allemal eine ziemlich starke Elektricität in derselben befand, welche sich sehr leicht herabbringen ließ. Man lasse, sagt er, eine Person in einem negativen Zustande bey trockener Luft

g) Philos. Transact. Vol. LIII. P. I. no. 21.

Luft vor der Hausthüre im Finstern stehen, und mit ihrem ausgestreckten Arme eine spitzige Nadel, mit der Spitze auswärts, halten, so wird man gar bald überzeugt werden, daß sich Elektricität aus der Luft herabziehen läßt; zwar nicht häufig, denn da sie nur ein schlechter Leiter ist, so scheint sie dieselbe ungern fahren zu lassen; doch aber sammlet sich etwas davon ganz augenscheinlich. Da die Luft nahe an dem Körper einer solchen Person weniger als die natürliche Quantität besitzt, so kann sie davon nichts entbehren; hält die Person aber ihren Arm, wie vorher, in die Höhe, so wird etwas aus der entferntern Luft zusammengebracht, und erscheint, indem es nach der Spitze der Nadel zusammenfährt, leuchtend.

Wenn eine negativ elektrisirte Person, sagt er, die Spitze einer Nadel horizontal an eine an Seide aufgehangene Korkkugel hält, so wird die Kugel nach der Spitze zu gezogen, bis sie so viel von ihrer natürlichen Quantität von Elektricität fahren gelassen hat, daß sie sich in einem negativen Zustande in einerley Grad mit derjenigen Person, welche die Nadel hält, befindet; alsdann begiebt sie sich von der Spitze wieder zurück, indem sie, wie er annimmt, nach einer entgegengesetzten Richtung von der dichtern Elektricität der Luft hinter ihr angezogen wird. Da aber diese Meynung, wie er sich scherzhaft ausdrückt, von der elektrischen Orthodoxie abzuweichen scheint, so wünscht er diese Erscheinungen lieber von der Scharfsinnigkeit seines Freundes Franklin, dem er dieses schrieb, auf eine bessere Art erklärt zu sehen.

Ob die Elektricität in der Luft bey heller trockener Witterung in der Höhe von zwey- bis dreyhundert Yards eben so dicht sey, als nahe an der Ober-

fläche der Erde, dieß läßt sich, wie er glaubt, durch Franklin's Versuch mit dem fliegenden Drachen zur Genüge bestimmen. Die Schnur, sagt er, muß inwendig durchaus mit einem ganz dünnen Drathe versehen seyn, und die Enden des Draths, wo die verschiedenen Längen mit einander vereinigt sind, müssen mit einem gewichsten Faden niedergebunden werden, um zu verhindern, daß sie nicht als Spitzen wirken können.

Als er diesen Brief schrieb, hatte er den Versuch zweymal angestellt, als die Luft so trocken war, wie sie in diesem Lande jemals seyn kann, und so klar, daß nicht eine Wolke zu sehen war. Er fand die Schnur jedesmal in einem geringen Grade positiv elektrisch.

Alle diese Versuche aber, welche le Monnier, Mazeas und Kinnersley über die Bestimmung der Luftelektricität angestellt hatten, wurden bey weitem von denjenigen übertroffen, welche Beccaria zum Theil noch vor jenen gemacht hatte.

Er bemerkte [h]), daß, wenn der Wind sehr stark gieng, seine Geräthschaft kein Zeichen von sich gab, daß sie elektrisch geworden wäre. Ueberhaupt fand er, daß bey dreyerley Umständen der Atmosphäre sich keine Elektricität in ihr äußern wollte: 1. bey windigem und klarem Wetter; 2. wenn der Himmel mit abgesonderten und schwarzen Wolken, welche eine langsame Bewegung hatten, bezogen war; 3. bey sehr feuchtem Wetter, wobey es nicht wirklich regnete. Bey einem klaren Himmel und stillem Wetter nahm er allemal, aber unterbrochene, Zeichen der Elek-

h) Lettere dell' elettricismo p. 106. sqq.

Elektricität wahr. Bey regnerichter Witterung ohne Blitzen ward seine Geräthschaft allemal kurz vorher, ehe der Regel fiel, und so lang es regnete elektrisch; kurz vorher aber, ehe der Regen vorbey war, hörte sie auf, elektrisch zu seyn.

Je höher seine Ruthen reichten, oder seine Drachen flogen, desto stärkere Zeichen gaben sie von sich, daß sie elektrisch geworden waren. Auch längere Stricke oder Schnüre, welche in die freye Luft ausgestreckt und isolirt waren, bekamen die Elektricität geschwinder, als diejenigen, welche kürzer waren. Eine Schnur, welche 1500 Paris. Fuß lang und über den Po-Fluß ausgespannt war, ward während einem Platzregen ohne Gewitter eben so stark elektrisch, als eine metallene Ruthe, welche zur Ableitung des Blitzes in seinem Hause diente, bey einem Gewitter je geworden war.

Als er zwey Ruthen zur Ableitung des Blitzes in seinem Hause hatte, welche 140 Fuß von einander standen, so bemerkte er, daß, wenn er aus der höhern einen Funken herauslockte, der Funke aus der andern, welche 30 Fuß niedriger war, in demselben Augenblicke geschwächt ward; jedoch, welches merkwürdig war, lebte ihre Kraft wieder auf, ungeachtet er seine Hand an der erstern hielt.

Er glaubte, daß die der Luft mitgetheilte Elektricität bisweilen kleine Funken an seine Geräthschaft abgebe, indem die Luft die Elektricität, welche sie erhalten hat, sehr langsam fahren läßt, und daß daher das Gleichgewicht der elektrischen Materie in der Luft nicht so geschwind wiederhergestellt werde, als in der Erde und den Wolken.

Unter

Unter die Wirkungen einer mäßigen Elektricität in der Atmosphäre rechnet Beccaria den Regen, Hagel und Schnee. Regenwolken entstehen seiner Meynung nach auf eben die Art, wie Donnerwolken, nur durch eine gemäßigtere Elektricität. Er beschreibt dieselben ausführlich, und die Aehnlichkeit, welche alle ihre Erscheinungen mit der Erscheinung der Donnerwolken haben, ist in der That sehr groß.

Er merkt verschiedene Umstände von Regen ohne Gewitter an, welche es sehr wahrscheinlich machen, daß derselbe durch eben die Ursache hervorgebracht werde, als wenn er von einem Gewitter begleitet ist. Licht hat man zwischen den Wolken des Nachts bey regnerichter Witterung wahrgenommen; und man sieht sogar bey Tage Regenwolken, welche einen hellen Glanz an sich haben, ohne daß derselbe von der Sonne herrührt. Die Gleichförmigkeit, mit welcher sich die Wolken ausbreiten, und mit welcher der Regen fällt, hält er für augenscheinliche Beweise einer gleichförmigen Ursache, dergleichen die Elektricität ist. Der Grad der Stärke der Elektricität an seiner Geräthschaft stand gemeiniglich mit der Quantität des zu derselben Zeit gefallenen Regens in einem ziemlich genauen Verhältnisse. Daß seine Geräthschaft während dem Regen nicht allemal elektrisch geworden ist, daraus läßt sich nichts folgern, wodurch sein Satz über den Haufen gestoßen würde. Denn selbst beym Gewitter ist sie mannichmal nicht elektrisch geworden. Aus seiner allgemeinen Theorie folgt wirklich, daß die Elektricität seiner Geräthschaft nicht allemal der Elektricität der Wolken gemäß seyn konnte, indem sie einiger Maaßen von der Lage des Beobachtungsorts in Ansehung derjenigen Theile der Erde oder

Wol-

Wolken, welche elektrisches Feuer geben oder nehmen, abhangen mußte. Dieß ward durch eine gewisse Beobachtung bestätigt, welche er an einer Gewitterwolke machte, die über sein Observatorium vorüber zog. Bey Annäherung derselben ward seine Geräthschaft positiv elektrisch; als sie gerade über ihm stand, hörten alle Zeichen der Elektricität auf, und als sie vorüber war, ward seine Geräthschaft negativ elektrisch.

Bisweilen hat man alle Erscheinungen des Donners, Blitzes, Hagels, Regens, Schnees und Windes zu gleicher Zeit und auf einmal beobachtet, zum Beweise, daß diese Erscheinungen insgesammt mit einer gewissen gemeinschaftlichen Ursache in Verbindung stehen.

Beccaria nimmt daher an, daß vor dem Regen eine Quantität elektrischer Materie aus der Erde an solchen Orten, wo sie sich im Ueberflusse befindet, herausfahre, und bey ihrem Hinaufsteigen in die höhern Luftgegenden eine große Quantität Dünste sammle und mit sich nehme. Dieselbe Ursache, welche sie sammlet, verdichtet sie auch mehr und mehr, bis sie an den Orten, wo sie einander am nächsten kommen, einander fast berühren, so daß sie kleine Tropfen darstellen, welche, indem sie sich beym Herabfallen mit andern vereinigen, in Regen herabkommen. Der Regen ist um so viel heftiger, je stärker die Elektricität ist, und je näher die Regenwolke einer Gewitterwolke kommt.

Er machte die Erscheinung der Regenwolken dadurch nach, daß er sich selbst zwischen dem Reibzeuge und Leiter seiner elektrischen Maschine isolirte, und mit der einen Hand aus einem an dem Leiter befestigten und

eine glühende Kohle enthaltenden Löffel Geigenharz herabtröpfeln ließ, während seine andere Hand mit dem Reibzeuge communicirte. Unter diesen Umständen verbreitete sich der Rauch längs seinem Arm, und nach und nach über seinen ganzen Leib, bis er zur andern mit dem Reibzeuge communicirenden Hand gelangte. Die untere Fläche dieses Rauchs war allenthalben mit seinen Kleidern parallel, und die obere, gleich den Donner- und Regenwolken, geschwollen und gewölbt. Auf diese Art glaubt er, daß die Wolken, welche Regen bringen, sich von den Theilen der Erde, welche einen Ueberfluß von elektrischem Feuer besitzen, nach denjenigen verbreiten, welche davon erschöpft sind, und, indem sie ihren Regen abgeben, das Gleichgewicht zwischen denselben wieder herstellen.

Nach Beccaria's Meynung lassen sich aus der der Luft mitgetheilten Elektricität, indem jene die letztere sowohl annimmt, als auch langsam wieder fahren läßt, die Zurückhaltung der Dämpfe bey einem klaren Himmel, die kleinern zertrennten Wolken, welche sich in keinen Regen ergießen, die noch kleinern und leichtern Wolken in den höhern Gegenden der Luft, worauf die Elektricität keine sonderliche Wirkung hervorbringt, imgleichen die dunkelern, schwerern und trägern Wolken in den niedrigern Gegenden, welche mehr davon an sich behalten, erklären. Der Grad der Elektricität, welchen er der Luft seines Zimmers, ungeachtet dieselbe den Fußboden, die Wände u. s. berührte, beyzubringen vermögend war, machte dieses, seiner Meynung nach, nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich.

Er glaubte sogar, daß einige Veränderung in dem Gewichte der Luft vielleicht durch die Elektricität

tät derselben verursacht wurde. Er bemerkte, daß sein Barometer bey einem Blitze sofort fiel; jedoch erkannte er, daß dieser Umstand noch kein hinlänglicher Grund sey, anzunehmen, daß sich eine starke Veränderung der Höhe des Barometers durch Elektricität erklären lasse. Dagegen aber glaubte er, daß die Erscheinungen des Regens die Meynung, daß die elektrische Materie in der Luft den Druck derselben einiger Maaßen vermindere, begünstigten. Denn wenn die elektrische Materie in der Luft die Dünste wirklich sammlet und verdichtet, so steht alsdann das Barometer am niedrigsten. Wenn zwischen der Erde und den Wolken eine Verbindung durch den Regen entstanden ist, so fängt das Quecksilber an, zu steigen, indem die elektrische Materie, welche einen Theil des Drucks unterstützte, entladen wird. Und eben dieses, sagt er, muß nothwendig erfolgen, die Elektricität in der Luft mag positiv oder negativ seyn.

Hagel entsteht, wie Beccaria behauptet, in den höhern Gegenden der Luft, wo die Kälte heftig und die elektrische Materie sehr häufig ist. Bey diesen Umständen werden sehr viele Wassertheilchen nahe an einander gebracht, woselbst sie gefrieren, und bey ihrem Herabfallen andere Theilchen mit sich nehmen, so daß die Dichtigkeit der Substanz des Hagelkorns von dem Mittelpunkte an immer geringer wird, da dieser zuerst in den obern Gegenden entstanden ist, und in den niedrigern sich die Oberfläche ansammlet. Diesem zu Folge pflegen gemeiniglich auf Gebirgen Hagelkörner sowohl als Regentropfen sehr klein zu seyn; weil daselbst nur wenig Raum ist, durch welchen sie hindurchfallen, und dadurch ihre Größe vermehren könnten. Regentropfen und

Hagelkörner kommen auch darin mit einander überein, daß sie um desto größer zu seyn pflegen, je stärker die Elektricität ist, welche sie hervorbringt. Bewegung befördert bekannter Maaßen das Gefrieren: und auf gleiche Art mag vielleicht auch die schnelle Bewegung der elektrisch gewordenen Wolken diese Wirkung in der Luft befördern. Schneewolken sind von Regenwolken in nichts weiter, als in dem Grade der Kälte, welche das Gefrieren verursacht, verschieden. Sowohl die regulaire Verbreitung des Schnees, als auch die Regelmäßigkeit in der Structur der Theile, woraus er besteht, beweisen, daß die Schneewolken durch eine gewisse einförmige Ursache, dergleichen die Elektricität ist, hervorgebracht werden. Er bemüht sich sogar, ganz besonders zu zeigen, auf welche Art gewisse Schneegestalten durch die einförmige Wirkung der Elektricität entstehen. Alle diese Muthmaßungen über die Ursache des Hagels und Schnees wurden durch seine Wahrnehmungen bestätigt, nach welchen seine Geräthschaft, beym Schnee sowohl als Regen, allemal elektrisch ward.

Eine stärkere Elektricität bringt die Hageltheile weit dichter an einander, als es die gemäßigtere Elektricität bey den Schneetheilen thut. Auf gleiche Art bemerkt man, daß Donnerwolken weit dichter sind, als diejenigen, welche bloß Regen bringen; und die Regentropfen sind verhältnißmäßig größer, ungeachtet sie öfters nicht so hoch herabfallen.

Beobachtungen über den Gebrauch der sogenannten Blitzableiter.

Franklin war der erste, welcher nach seiner Entdeckung der Gleichheit des Blitzes mit der Elektricität

tricität sie sogleich zur Beschützung der Gebäude gegen die Donnerwetter anwandte. In seinen Briefen von der Elektricität gedenkt er der Kraft der Spitzen [1]), welche elektrisirten Körpern ihre Elektricität allmählig und ohne Funken entziehen, und setzt hinzu, man werde davon einen sehr nützlichen Gebrauch zur Beschützung der Gebäude machen können. Man müßte, sagt er, anfangen, auf die höchsten Theile der Gebäude aufrecht stehende eiserne Stangen zu befestigen. Diese müßten so scharf als Nadeln gemacht, und, dem Roste vorzubeugen, vergoldet werden. Von dem untern Ende dieser Stangen müßte man außen an dem Gebäude einen Drath bis in die Erde herunter gehen lassen; bey Schiffen aber müßte dieser Drath an einem der Mastseile herunter und von da in's Wasser geleitet werden. Diese spitzigen Stangen würden vermuthlich das elektrische Feuer aus einer Wolke schon weit eher ganz stillschweigend abführen, als dieselbe zum Schlagen nahe genug käme, und würden uns hierdurch vor diesem plötzlichen und schrecklichen Unglücke in Sicherheit stellen.

In einem andern im Sept. 1753. geschriebenen Briefe erklärt sich Franklin hierüber noch ausführlicher. Er behauptet, der Blitz nehme seinen Weg jederzeit durch alle leitende Körper, die er finden könne. Er explodire nur dann, wenn die leitenden Körper die Materie geschwinder empfangen, als sie sie wieder abgeben könnten, d. i. wenn sie getheilt, getrennt, zu klein oder zu schlechte Leiter sind. Daher würden ununterbrochene Metallstangen von hinreichender Dicke entweder die Explosion ganz verhüten, oder, wenn sie zwischen

1) Nach Wilke'ns Uebersetz. S. 87. 163. f.

zwischen der Spitze selbst und den Wolken entstanden wäre, wenigstens so weit die Stange reichte fortleiten. Er glaubt, daß Stangen von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser dazu hinreichend seyn würden. Alle diese und andere Vorschläge und Muthmaßungen trägt Franklin mit einer nachahmungswürdigen Bescheidenheit vor. Viele dieser Gedanken, sagt er, sind noch roh. Suchte ich bloß meinen Ruhm, so müßte ich sie bey mir behalten und reifer werden lassen. Aber oft ermuntern auch unvollkommene Winke zu tiefern Untersuchungen; und es ist viel wichtiger, daß die Erkenntniß wachse, als daß ich für einen großen Physiker gehalten werde.

Die Franklin'sche Theorie der Blitzableiter gründet sich auf zwey Sätze, welche Franklin theils durch elektrische Versuche, theils durch Erfahrungen von Wetterschlägen bestätigt hatte. Der erste Satz ist dieser: Eine ununterbrochene metallische Leitung führt den Blitz ohne Beschädigung anderer Körper bis an ihr Ende herab; der zweyte: metallische Spitzen besitzen das Vermögen, die Elektricität allmählig ohne Funken und Schlag abzuleiten.

Der erste Satz ist durch Erfahrungen lange vor Franklin hinreichend bestätigt worden. Reimarus führt aus den Breslauer Sammlungen eine Beobachtung des D. Reimann zu Epperies in Ungarn vom 17. Jul. 1717. an, wobey bemerkt wird, daß der Blitz an verschiedenen Dräthen herab dem Eisen nach gefahren sey, und nur beym Uebergange aus einem Drathe in den andern die dazwischen liegenden Steine zerschmettert habe. Der Urheber dieser Beobachtung vermuthet hieraus eine sonderbare Sympathie des Blitzes mit dem Eisen, weil im Jahre 1673

der

der Blitz ebendaselbst an einem eisernen Drathe, welcher damals länger gewesen, ohne daß ihm der Stein entgegen stand, bis zu unterst herabgefahren sey.

Franklin selbst meldet in einem an Dalibard am 29ten Jun. 1755. aus Philadelphia abgelassenen Schreiben von den an der Kirche zu Newbury in Neu-England beobachteten Wirkungen des Blitzes, daß ein Drath, welcher nicht dicker als eine gemeine Stricknadel ist, einen Blitzstrahl wirklich ableitete, ohne den geringsten Theil des Gebäudes, so weit er gieng, zu beschädigen; ungeachtet die Gewalt desselben so stark war, daß von dem Ende des Draths an nach dem Erdboden herab der Thurm gar sehr zerspalten und beschädigt, einige Steine, sogar in dem Grunde, völlig herausgerissen und 20 bis 30 Fuß weggeschleudert waren. Indessen konnte man von dem Drathe nicht das geringste, außer ohngefähr 2 Zoll von jedem Ende, finden, indem das übrige sich bey der Explosion verloren hatte, und dessen Theilchen, wie sich Franklin ausdrückt, so wie Schießpulver durch gemeines Feuer, in Rauch und Luft verjagt worden waren. Der Drath hatte bloß eine schwarze Spur an dem Kalke der Wand 3 bis 4 Zoll breit zurückgelassen. Aus den Umständen dieser Begebenheit erhellte offenbar, daß, wenn der Drath bis an den Fuß des Gebäudes herabgegangen wäre, der ganze Schlag ohne die geringste Beschädigung desselben, obgleich der Drath vernichtet worden, abgeleitet worden wäre.

Durch den zweyten Satz suchte Franklin sogar die Kraft der Wolke zu vernichten und den Schlag selbst zu vermeiden. Daher kam der Vorschlag, den obern Theil der metallischen Verbindung aus einer

zugespitzten Stange bestehen zu lassen, indem diese vermöge der Natur der Spitzen die Elektricität der Wolke selbst angreife, sie in der Stille abführe, und auf diese Art in den meisten Fällen gar nicht zum Schlage kommen lasse.

In Deutschland hat Winkler [k]) die ersten Vorschläge zur Anlegung der Blitzableiter gethan. Er rieth, auf den Gipfel des Gebäudes eine isolirte Stange zu setzen, und an diese eine lange Kette oder einen 3 Linien dicken Drath zu hängen, welcher weit vom Gebäude hinweg durch die freye Luft gezogen und endlich an einen Pflock in der Erde befestigt würde. Die erste in Deutschland ausgeführte Ableitungsmaschine ist wohl die des Procopius Divisch in Mähren [l]), welcher bereits im Jahre 1754. eine Blitzableitung errichtete, und zu Prendiz bey Znaym am 9. und 10. Jul. desselben Jahrs Gewitterwolken, die darüber hinzogen, sich zertheilen sah. Die Einrichtung der Maschine ist nicht genau bekannt, es wird aber von weißen Strahlen geredet, welche sich von der Wolke nach ihr erstreckt hätten, sie scheint daher zugespitzte Stangen gehabt zu haben, auch tragbar gewesen zu seyn. In England ist der erste Ableiter im Jahre 1762 zu Payneshill von D. Watson, und in Hamburg 1769 einer am Jacobithurme errichtet worden.

Die zugespitzten Leiter haben an Wilson [m]) einen sehr heftigen Gegner gefunden. Er setzt ihnen ent-

k) Progr. de vertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753. 4.
l) *Muſſchenbroek* introduct. ad philoſ. natur. Tom. II. §. 2543.
m) Philoſ. Tranſ. Vol. LIV. p. 234.

entgegen, daß sie den Blitz herbeylockten, und nimmt zum Grundsatze an, man müsse ein so gefährliches Element, als die elektrische Materie, nicht einladen, sondern vielmehr durch geschickte Leiter abführen, welche die herbeykommende Quantität desselben so wenig als möglich vermehrten. Er thut daher den Vorschlag, über die Gebäude nicht das geringste Metall hervorragen zu lassen, sondern inwendig, 1 oder 2 Fuß vom Gibel, eine stumpfgeendete oder mit einer Kugel versehene Stange von Metall längs der Mauer bis in den feuchten Erdboden hinabzuführen.

Beccaria [n]) aber erklärte sich sehr lebhaft gegen Wilson's Meynung. Er führte an, daß kein Metall mehr elektrische Materie anziehe, als es zu leiten vermöge; er rieth vielmehr an, man solle bey einem großen Gebäude sogar mehrere zugespitzte Leiter an verschiedenen Ecken anbringen.

Medicinische Elektricität und einige Beobachtungen der Elektricität bey dem Wachsthum der Pflanzen.

Die Naturforscher und Aerzte kamen nicht eher auf den Gedanken, daß vielleicht die Elektricität sowohl zur Heilung mancherley Krankheiten als auch zur Beförderung des Wachsthums der Pflanzen dienen könne, als nachdem schon die Lehre der Elektricität merkliche Fortschritte gemacht hatte.

Gewöhnlich wird Kratzenstein [o]) als der erste angeführt, welcher im Jahre 1744 zu Halle die Lähmung eines Fingers bey einem Frauenzimmer in Zeit von

n) Lettere dell' elettricismo. p. 278.

o) Gralath Geschichte d. Elektricität Abschn. I. S. 294. f.

von einer Viertelstunde durch Elektrisiren geheilt hat. Auch brachte er zwey gelähmte Finger eines Gelehrten durch einmaliges Elektrisiren dermaßen wieder zurecht, daß dieser damit auf dem Klaviere spielen konnte, welches er vorher zu thun unvermögend gewesen war. Ueberdem hat er auch während des Elektrisirens nach einer Sekundenuhr die Geschwindigkeit des Pulses beobachtet, und gefunden, daß derselbe im Anfange 88, nachher aber 96mal schlug, da er vor dem Elektrisiren nicht mehr als 80 zählen konnte.

Im Jahre 1748 heilte Jallabert [p]) zu Genf eine durch den Schlag eines Hammers entstandene Lähmung am Arme eines Schlossers, welcher seit 15 Jahren alle Empfindung daran verloren hatte. Er ward zum öftern elektrisirt; es wurden Funken aus dem Arme herausgelockt, und bisweilen ein Erschütterungsschlag durch denselben gelassen.

Hierdurch ward de Sauvages [q]) zu Montpellier veranlaßt, diese Curen zu vervielfältigen. Zwey bis drey Monate nach einander wurden zwanzig verschiedene Patienten alle Tage elektrisirt. Bey dem Verfolge dieser Versuche fand man mittelst genauer mit einem Pendel angestellter Beobachtungen, daß das Elektrisiren den Kreislauf des Bluts ungefähr um ein Sechstel vermehre.

Einer der ersten, welche auf die medicinische Anwendung der Elektricität aufmerksam waren, war der Böhme D. Bohadsch [r]), welcher in einer medicinischen

p) Experiences &c. p. 143.

q) Histoire generale et particul. de l'électricité. P. III. p. 36.

r) Philos. Trans. Vol. L. P. I. p. 392.

nischen Abhandlung nach vielen angestellten Erfahrungen sich dahin erklärt, daß unter allen Krankheiten die nicht ganz vollkommene Lähmung der wichtigste Gegenstand der Elektricität zu seyn scheine. Auch glaubte er, daß sie in kalten Fibern von Nutzen seyn dürfte.

Nach der Zeit sind mehrere Personen, welchen ähnliche Zufälle zugestoßen waren, mit Hülfe der Elektricität glücklich geheilt worden. Des Abts Nollet[s]) Versuche bey Lähmungen wollten aber nicht allemal den erwünschten Erfolg thun. Indessen bemerkt er, daß er in den 15 oder 16 Jahren, da er verschiedene Personen zu elektrisiren hatte, keine einzige schlimme Wirkung kennen gelernt habe, welche Jemand davon verspürt hätte.

Eine unschickliche Wahl der Behandlung verursachte damals, daß die Proben nicht stets so ausfielen, wie man wünschte, unstreitig darum, weil man die Kranken durch allzustarke Funken und Schläge aufs heftigste angriff und fast mißhandelte. Daher wurden die Meynungen gar sehr getheilt, und häufige Streitschriften gewechselt. D. Hart[t]) und Franklin[u]) führen Beyspiele an, wo die Elektricität nicht geholfen, sondern sogar geschadet haben soll. Vielleicht, sagt Franklin, wäre ein bleibender Nutzen zu erhalten gewesen, wenn die elektrischen Erschütterungen mit dem Gebrauche dienlicher Arzenenmittel und einem gehörigen Verhalten, unter der Aufsicht eines

s) Recherches sur l'électricité. p. 412.

t) Philos. Trans. Vol. XLVIII. P. II. p. 786.

u) Ibid. Vol. L. P. II. p. 481.

eines geschickten Arztes, begleitet gewesen wären. Auch glaubte er, daß mehrere kleinere Erschütterungen vielleicht dienlicher gewesen wären, als die wenigen großen, welche er beybrachte.

Lovet x) schlug zuerst eine gelindere Behandlung durch einfaches Elektrisiren, Funken und höchstens schwache Erschütterungen vor, und verrichtete auf diesem Wege, so wie der berühmte Wesley, eine große Menge glücklicher Curen.

Auch der Pfarrer bey Walda in Nordholland, Hiortberg y), hat auf diese Art sechs Jahre hindurch einer Menge Personen, welche taub, contrakt, und mit der Colik, mit dem malo ischiatico, mit dem Bandwurm, mit Zahnschmerzen, Kopfschmerzen und der Gicht beladen waren, zu ihrer Gesundheit verholfen. Er bemerkt als eine allgemeine gute Anzeige von der Wirkung der Elektricität, wenn sich unter der Operation sogleich ein Schweiß einfindet, die Kranken anfangen zu zittern, bald den Urin lassen wollen, ungewöhnliche Wärme empfinden, Stechen u. a. Bewegungen in den leidenden Stellen haben, im ganzen Körper aber eine Art von Leichtigkeit fühlen.

Ferner erklärt sich auch de Haen z) gar sehr für den medicinischen Gebrauch der Elektricität, wovon übrigens Ferguson a) und Hartmann b) viele vortheilhafte Beyspiele anführen.

Es

x) Electricity rendered useful. Lond. 1760. 8.

y) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wissensch. B. XXVII. S. 200. d. Uebers.

z) Ratio medendi. Vol. I. p. 234.

a) Introd. to electricity. Lond. 1770. 8. sect. 6.

b) Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menschl. Körpers. Hannover 1770. 8.

Es ist bereits oben angeführt, daß Maymbray zu Edinburg, Nollet, Jallabert, Bose und Menon Versuche mit verschiedenen Pflanzen und Bäumen angestellt, und daraus geschlossen haben, daß die Elektricität das Wachsthum der Pflanzen ungemein befördere. Selbst Pivati glaubte durch Versuche gefunden zu haben, daß die Elektricität eine ungewöhnlich starke Ausdünstung der Gewächse verursache. Um alle diese angeführten Wirkungen der Elektricität auf die Vegetation näher zu prüfen, unternahm es Runeberg c), Versuche dieser Art im Jahre 1754 zu Stockholm mit der größten Genauigkeit anzustellen.

Er steckte am 4ten Jul. 16 Knackmandeln, 10 in zwey hölzerne Kisten, in jeder die Hälfte, und 6 in zwey unglasirte steinerne Scherben, auch in jedem die Hälfte, alle gleich tief. Von diesen elektrisirte er eine hölzerne Kiste und einen steinernen Scherben; die andere Kiste und der andere Scherben standen allemal unelektrisirt dabey. Beyde Kisten waren aufs genaueste von einer Größe, und eben so beyde Scherben. Zugleich steckte er 8 Gersten= und 16 Hanfsaamenkörner, von welchen er die Hälfte jeder Art elektrisirte. Am 8ten Jul. kamen das Getraide und die Hanfstauden in den elektrisirten Gefäßen hervor, aber in den unelektrisirten noch nicht, den 9ten kamen sie in den unelektrisirten hervor, obgleich beyde Arten viel zarter waren, als die elektrisirten.

Am 15ten Jul. wurden vier blaue Mayskörner, zwey in die elektrisirte und zwey in die unelektrisirte Kiste gesteckt.

Bis=

c) Abhandl. der schwed. Akad. der Wiss. B. XIX. S. 15. d. d. Uebers.

Bisher waren die elektrisirten Getraidepflanzen und Hanfstengel länger und stärker, als die unelektrisirten, nun aber fiengen die unelektrisirten an, jenen nachzukommen.

Am 29ten Jul. zeigte sich in dem elektrisirten Scherben die Erde an zwey Stellen erhöht, und es kamen zwey Mandelpflanzen hervor. Auch in der elektrisirten Kiste zeigten sich zwey Mandelknospen. Erst 11 Tage später zeigte sich zuerst eine unelektrisirte Mandelpflanze; dagegen war der Hanfsaamen in dem elektrisirten Scherben gar nicht aufgegangen; so wie sich auch am 12ten Aug. die elektrisirten Mayskörner noch nicht zeigten.

Ueberhaupt ergab sich aus der Fortsetzung seiner Versuche: 1. daß die elektrisirten Pflanzen wohl eher aufkommen, und meistens schneller fortschießen, aber ob diese Beschleunigung von der Elektricität verursacht worden ist, müßten mehrere Versuche ausmachen. 2. daß mehr Mandeln von den elektrisirten, als von den unelektrisirten aufgekommen sind. 3. daß nur eine einzige von den elektrisirten Mandeln innerhalb 24 Stunden den stärksten Trieb hatte. 4. daß keine der unelektrisirten Pflanzen die Höhe erreicht hat, welche zwey der elektrisirten erreicht haben. 5. daß der elektrisirten Pflanzen Wachsthum abgenommen hat, nachdem die Kälte zugenommen und die Elektricität abgenommen hat. 6. daß die elektrisirten Pflanzen eben so stark und ansehnlich geworden sind, als die unelektrisirten. 7. das mittlere Wachsthum aller elektrisirten Pflanzen ist $82\frac{1}{2}$, und das Mittel der unelektrisirten nur $53\frac{2}{3}$ Linien, in gleicher Zeit, während die ersten 491mal elektrisirt worden sind.

Uebri-

Uebrigens hat er oft, neben diesen Versuchen, Blumen von verschiedener Art elektrisirt, ohne daß er Pivati's Erfahrung hätte richtig finden können, daß nämlich die Elektricität eine ungewöhnliche Ausdünstung der Salze verursache. Denn eine Blume hat ihm in gleichen Entfernungen bey der stärksten Elektrisirung doch nicht stärker gerochen, als ohne die Elektricität, und das müßte doch geschehen, wenn die Elektricität die Wirkung hätte, welche ihr Pivati zuschreibt.

Vermischte Versuche und Entdeckungen.

Es ist unter den Elektrisirern gestritten worden, ob die elektrische Materie durch das Glas hindurchdringe. Wilson behauptete d), daß sie in gewissen Fällen für das Glas durchdringlich, in andern aber undurchdringlich sey. Er bewieß dieß durch folgende Versuche:

Eine große Glasscheibe, welche auf beyden Seiten polirt war, ward aufrecht auf einem Rande befestigt, und $\frac{2}{16}$ Zoll von ihrer Mitte stellte man einen elfenbeinernen Leiter, an dem zwey Kugeln von Holz aus dem Kerne des Baums hiengen, er stand auf einem hölzernen Fuße. Ward nun das Glas etwas wärmer als die da herum befindliche Luft gemacht, und die Seite, welche vom Leiter abgewandt war, mit dem Finger gerieben, so wurden beyde Seiten positiv elektrisirt, und eben so der Leiter, nachdem er von der Scheibe abgesondert worden war. Also gieng die elektrische Materie aus dem Finger ins

d) Philos. Trans. Vol. LI. P. II. p. 698. und Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXIII. S. 323. d. deuts. Uebers.

ins Glas, und durch selbiges ins Elfenbein, welches, seiner Meynung nach, unläugbar erhellt, wenn man Glas mit einem Stückchen auf Lack befestigtes Silber reibt; denn da wird das Silber negativ und das Glas auf beyden Seiten positiv elektrisirt. Es giebt daher, sagt er, Umstände, in welchen die elektrische Materie durch das Glas geht, aber unter andern Umständen geschieht solches nicht, wie bey der Leydenschen Flasche, welche nichts durchläßt.

Der Unterschied rührt, seinen Gedanken nach, von der Materie her, welche die äußere Fläche des Körpers umgiebt. Dieser Materie Widerstand wird an einer polirten Fläche ohne Belegung von der elektrischen Materie, die nach dem Glase zu geführt wird, nicht überwunden, und da das Glas auf beyden Seiten positiv elektrisirt. Ist aber das Glas gehörig belegt, und wird die Kraft nach der Belegung geführt, so theilt sich die elektrische Materie überall auf der Seite, wo es gesammlet wird, gleichförmig aus, d. i. es elektrisirt positiv, die gegen über stehende Belegung aber führt eben so viel von des Glases natürlichem Vorrathe nach der Erde zu ab, d. i. sie elektrisirt diese Seite negativ. Eben das Glas kann auf beyden Seiten negativ elektrisirt werden, wenn die Kraft auf eine größere Entfernung geruckt wird, z. B. auf 1 Fuß weit, so wird sie dadurch vermindert und das Mittel dazwischen, und folglich desselben Widerstand, wird vermehrt. Also ist die negative Kraft die kleinste und zurücktreibend, weil ein Theil des natürlichen Vorraths ausgetrieben wird, und andere benachbarte Körper positiv elektrisirt.

Er schließt hieraus, daß die drey ungleichen Wirkungen, nämlich Glas auf beyden Seiten positiv elektri

trisirt, oder positiv auf einer und negativ auf der anderen, oder auch auf beyden negativ, von dem ungleichen Grade der Kraft und dem verschiedenen Widerstande der Materie in jedem Versuche mit einerley Glas herrühren.

Eben so wären auch durch Versuche andere artige Bemerkungen in gewissen Fällen festgesetzt, die man bey Körpern, welche zu elektrischen Versuchen gebraucht werden sollen, nothwendig in Acht nehmen müsse. Da man diese Aufmerksamkeit verabsäumt habe, so seyen daraus viele Verwirrungen entstanden, wie verschiedene, dem ersten Ansehen nach wider einander laufende, Erscheinungen zu erklären wären. Dergleichen Umstände seyen die verschiedene Gestalt, Geschwindigkeit oder unordentliche Bewegung der Körper, die Stellung des Reibens und dessen Heftigkeit, die Veränderung der äußern Fläche, durch welche nach Gefallen positive und negative Elektricität in einerley Körpern erhalten werden könne. Lack von ungleicher Härte zeige ungleiche Wirkungen. Das weichere werde negativ und das härtere positiv elektrisirt, wenn man sie beyde gegen einander reibe oder streiche. Ein Beyspiel, wie ganz kleine Umstände einen Versuch ändern können, ist folgendes. Er bediente sich zu dem vorhin erwähnten Versuche Lack und Silber. Das Lack war englisches, rein und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in diesen Umständen hatte es sich einige Stunden befunden. Das Silber war an eine andere Stange Lack befestigt, und eben so lange ungerieben. Nachher nahm er in jede Hand eine Stange Lack, doch so, daß das Silber die Hand nicht berührte. Er setzte die ebene Seite des Silbers auf das Lack,

und

und führte es gelinde einmal längs desselben äußeren Fläche hin, worauf sich das Silber positiv, und das Lack negativ elektrisirt befand. Da er dieses völlig so wiederholte, nur daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, so daß der Rand dagegen druckte, so ward das Silber negativ, und das Lack positiv elektrisirt, gerade das Gegentheil von dem, was vorhin erfolgte. Er untersuchte dieß durch die an dem elfenbeinernen Leiter hängenden Kugeln, die nach den Umständen und dem vorigen Versuche entweder positiv oder negativ elektrisirt werden, so daß der Erfolg allemal eine Zurückstoßung ist, welches er für besser hält, als durchs Anziehen zu finden, in was für einem Zustande sich ein elektrischer Körper befindet, da alle Körper durch die Elektricität angezogen werden.

Da also nach Wilson's Meynung das Glas, wenn es kalt ist, für die Elektricität undurchdringlich ist, so folgt daraus doch noch nicht, daß dieß auch beym heiß gemachten Glase statt finde. Hierüber hat aber Wilson keine Versuche angestellt. Kinnersley aber machte dergleichen, welche zu beweisen schienen, daß Glas ganz verschiedene Veränderungen in dieser Absicht nach seinem verschiedenen Zustande der Hitze oder Kälte erleide. Er fand, daß eine überzogene gläserne Weinflasche, wie diejenigen sind, worin der Florenzer Wein verkauft wird, und worin er siedheißes Wasser gegossen hatte, sich nicht elektrisch machen lassen wollte. Die Elektricität, sagt er, geht durch dasselbe eben so leicht hindurch, wie durch Metall. Die Ladung einer Bouteille von drey Maas gieng ungehindert hindurch, ohne die Flasche im geringsten zu beschädigen. Wenn dieselbe kalt ward, konnte er sie, wie

wie zuvor, laden. Die Wirkung schrieb er der Erweiterung der Zwischenräumchen des Glases durch die Hitze zu.

Die Wilsonschen Versuche, wodurch die Durchdringlichkeit der Elektricität durch das Glas bewiesen werden sollte, thaten dem Herrn Aepinus kein Genüge; sein Grund war bloß dieser, daß eine Glasröhre ihre Elektricität sehr langsam sowohl annehme, als auch verliere, so daß er eine bloße Schwierigkeit und Langsamkeit in dem Durchgange der elektrischen Flüssigkeit durch elektrische Substanzen behauptet. Dagegen sagt aber Wilson, das Hindurchgehen, wenn es auch noch so langsam geschehe, sey und bleibe doch immer ein wirkliches Hindurchgehen.

Wilke [e]) schließt aus vielen seiner Versuche, daß die elektrische Materie sowohl das Glas durchdringen als auch nicht durchdringen könne. Es komme alles auf die Art, Dicke und Beschaffenheit des Glases an; auch die Wirkung der Elektrisirkugel könne eine solche Ungleichheit verursachen. Er habe gefunden, daß es Glas gebe, welches wie Metall die Elektricität frey durchlasse, ohne sie entweder zurück zu behalten, oder davon im geringsten geladen zu werden. Dergleichen sey das schwedische grüne Glas, wenn es in großen Kugeln ganz dünn, wie Singegläser, geblasen werde.

Aepinus [f]) zeigte durch einen artigen Versuch, daß, wenn ein metallischer Leiter und eine Korkkugel positiv elektrisch gemacht werden, so daß sie

e) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXIV, S. 234. d. d. Uebers.

f) Tentamen theor. electr. p. 146.

sie einander zurückstoßen, dennoch, wenn man die Kugel mit Gewalt zwey, drey oder vier Linien nahe an den Leiter bringt, dieselbe davon angezogen, und wenn man sie mit Gewalt jenseit dieser Grenze des Anziehens stößt, wieder zurückgetrieben wird. Bringt man die Kugel gerade in dieser kleinen Entfernung, so stößt ein mäßiges Elektrisiren des Leiters die Kugel nach ihrer äußersten Grenze zurück; ein stärkeres Elektrisiren des Leiters hingegen verursacht ein Anziehen derselben. Daher schränkt er den allgemeinen Lehrsatz, daß Körper, welche einerley Art von Elektricität besitzen, einander zurückstoßen, ein, und behauptet, daß dieses nur alsdann statt finde, wenn die Quantität elektrischer Flüssigkeit, welche zu ihnen beyden als einem Körper gehört, größer oder geringer ist, als diejenige, welche sie von Natur besitzen.

Beccaria [g]) hielt es für ausgemacht, daß die elektrische Flüssigkeit sich in einer geraden Linie zu bewegen suche, weil sich aus dem Ende eines langen Leiters in einer geraden Linie ein längerer Funken herausbringen lasse, als man an demselben Orte nach einer jeden andern Richtung hervor zu locken vermögend sey. Seiner Meynung nach aber erhellt dieses noch weit augenscheinlicher daraus, weil man in der freyen Luft sowohl, als auch im luftleeren Raume, wahrnimmt, daß, wenn man den Finger oder eine kupferne Kugel in einer gehörigen Entfernung und nach einem gewissen Winkel an den Leiter hält, der elektrische Funken eine genaue Krümmung macht, wovon der Leiter eine Tangente ist, als ob auf die elektrische Materie zwey verschiedene Kräfte wirkten; nämlich eines Theils ihre eigene erlangte Geschwindigkeit, wel-

g) Elettricismo artificiale e naturale. p. 56.

welche sie vorwärts nach einer geraden Linie treibt, und andern Theils das Anziehen des daran gehaltenen Körpers, welches sie von der geraden Linie abzieht.

Bey seinen Wahrnehmungen über spitzige Körper sagt er, daß zwey spitzige Körper von gleicher Schärfe bey ihrer Annäherung an einen elektrischen Leiter bloß in der Hälfte der Entfernung leuchtend erscheinen, in welcher Einer derselben erscheinen würde.

Hamilton [h]), Prof. der Physik zu Dublin, machte einen artigen Versuch mit einem 5 bis 6 Zoll langen Drathe, der an jedem Ende fein zugespitzt war. An die Mitte dieses Draths brachte er ein kupfernes Hütchen an, wie bey einer Magnetnadel, wodurch derselbe auf der Spitze einer mit dem Leiter verbundenen Nadel ruhete. Einen halben Zoll von jedem Ende dieses Draths bog er in entgegengesetzter Richtung den übrigen Theil des Draths auf die gerade Fläche des Horizonts perpendiculär um. Das Elektrisiren dieser Vorrichtung hatte zur Folge, daß der Drath sich mit großer Schnelligkeit umdrehte, und sich beständig in einer Richtung drehte, die derjenigen entgegengesetzt war, in welcher das elektrische Fluidum aus dessen Spitzen herausfuhr, ohne irgend eine andere leitende Substanz nahe bey sich zu haben, als die Luft. Er bemerkte auch, daß, wenn er es dahin zu bringen versuchte, daß sich der Drath anders umdrehen sollte, derselbe stille stand, und sich wieder, wie zuvor, umdrehte.

Eben derselbe Versuch ward auch von Kinnersley [i]) angestellt, jedoch mit dem Unterschiede, daß

h) Philos. Trans. Vol. LI. P. II. p. 905.
i) Ibid. Vol. LIII. P. I. p. 86.

daß er den Drath negativ elektrisch machte, und zu seiner großen Verwunderung wahrnahm, daß sich derselbe dennoch auf dieselbe Art herumdrehte. Dieses suchte er daraus zu erklären, daß in dem erstern Falle die Spitzen, weil sie mehr Elektricität als die Luft besaßen, von ihr angezogen wurden; in dem letztern Falle hingegen die Luft, weil sie mehr Elektricität als die Spitzen besaß, von ihnen angezogen wurde.

Was die Kraft der Spitzen betrifft, so hat Villette[k]) zu Lüttich bemerkt, daß eine in eine Glasröhre gesteckte und 1 Zoll lang hervorragende Nadel von einem ersten Leiter einen stärkern Funken annahm, als ein Menschenfinger; imgleichen daß, wenn die Nadelspitzen mit Talg, Wachs, Schwefel u. d. gl. überzogen waren, sie besonders starke Funken annahmen. Er fügt hinzu, daß, wenn man Schwefel dazu nimmt, und die Funken schief auffangen läßt, dieselben bisweilen schön citronengelb aussehen.

Es ist bereits oben angeführt worden, daß Bose zu Wittenberg die magnetische Kraft durch die Elektricität geschwächt, und zugleich gemeldet habe, er könne sie durch dieses Mittel zerstören und erregen; allein Hrn. Wilson[l]) hat dieses nicht gelingen wollen. Deßwegen ließ Franklin starke Schläge aus 2 und 4 großen mit Bley belegten gläsernen Kolben, die ohngefähr 12 bis 13 schwed. Kannen hielten, durch feine Nähnadeln gehen, die er auf Wasser schwimmend gelegt hatte, und fand sie durch den Schlag magnetisirt. Er bemerkte dabey zugleich viel

k) *Nollet's* lettres sur l'électr. Vol. III. p. 212.

l) Treatise on electricity. p. 219. experiments upon artificial Magnets.

viel merkwürdige Umstände, die er im 5ten Briefe an Collinson folgender Maaßen beschreibt: Wenn die Nadel unter dem Schlage nach O. und W. liegt, so weißt das Ende, wo das elektrische Feuer hineingegangen ist, N. Liegt sie nach N. und S., so weißt das Ende, das nach Norden lag, noch nach N., wenn sie aufs Wasser gelegt wird, das Feuer mag zu welcher Seite man will hineingegangen seyn. Die Richtungskraft in der Nadel wird am stärksten, wenn sie nach N. und S. liegt; aber am schwächsten in O. und W. Wäre die elektrische Kraft viel stärker, so könnte wohl daraus erfolgen, daß das südwärts liegende Ende der Nadel gleichwohl der Nordpol würde, wenn das Feuer diesen Weg hineingeht. Sonst würde es schwer fallen, die Verwechselung der Pole bey den Seecompassen durch den Blitz zu erklären, weil diese Nadeln allemal in solcher Stellung sind. Dagegen sollte man aus unserm kleinen Versuche schließen: die nordlich gewandte Spitze müsse auch ferner nach Norden weisen, an welchem Ende auch das Feuer hineingegangen ist.

Als nun Wilke[m]) alle diese Umstände überlegte, so wurde er auf folgende drey Betrachtungen geleitet, deren jede für sich merkwürdig ist: 1. der elektrische Schlag erregt die magnetische Polarität, 2. diese richtet sich nach der Lage der Nadel gegen die Weltgegenden, und 3. der Weg des elektrischen Feuers bestimmt bey gewissen Lagen der Nadel die Art der Polarität. Wilke bemerkt, es wäre zu wünschen, daß Franklin selbst beschrieben hätte, wie

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. S. 306. d. deuts. Uebers.

wie er den Schlag durch die Nadel gerichtet habe; denn da dieses auf mancherley unähnliche Arten geschehen könne, so könnte es auch wohl zum Theil daher rühren, daß Andere bey Wiederholung des Versuchs nicht eben den Erfolg gefunden hätten. Dalibard zu Paris berichte, die Nadel bekomme allemal, in was für einer Stellung sie auch den Schlag empfange, den Nordpol, oder die Stelle, mit der sie nach Norden weise, an dem Ende, wo das Feuer hineingehe, und den Südpol da, wo es herausgehe. Dieses streite gegen Franklin's Versuch, würde aber, wenn man es bestätigen könne, die Sache noch einmal so merkwürdig machen. Musschenbroek habe durch starke Elektricität wohl die Kraft der Nadel schwächen, aber sie nicht ganz aufheben, noch weniger ihre Polarität ändern können. Eben das sey auch ihm oft begegnet; daher er angefangen habe zu zweifeln, ob sich auf diese Art eine merkliche magnetische Kraft erhalten ließe? Eben diese Gedanken habe auch Bergmann, da er anführt, daß diese Versuche in Europa nicht besonders gelingen wollten, denn versuche man es mit kleinen Nadeln, so schmelzen sie; brauche man größere, so beiße er sie nicht sehr an. Gleichwohl sey Herr Kanzleyrath Beck in Kopenhagen glücklicher gewesen, wie er ihm geschrieben habe: Er hat eine kleine Compaßnadel, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{1}{2}$ Linie breit, die aus einer Uhrfeder gemacht war, nach der magnetischen Linie oder Neigung gestellt, und sie hat durch einen einzigen Schlag aus zwey cylindrischen, 14 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Gläsern, so viel Kraft erhalten, daß sie mit dem Nordpole eine Nähnadel erheben konnte. Ein so ungleicher Ausgang, wodurch die Sache selbst fast in Ungewißheit bleibt, veranlaßte Wilke'n, hierüber eine

eine neue und vorsichtige Untersuchung anzustellen. Die Vorrichtung zu seinen Versuchen bestand 1. in einer Elektrisirkugel, 2. in einem Leiter von verzinntem Eisenbleche, 3. in zwey großen Ladungsgläsern, 4. in eisernen Dräthen, welche die Elektricität herunter ins Glas leiteten, und mit Weiserfäden versehen waren, 5. in der ersten Fortsetzung der Ladungskette, welche er negative Kette nannte, 6. in einem hölzernen Gestelle, an dem kein Eisen ist, auf welchem der Versuch angestellt wird, 7. in dem Orte, wo die Nadeln in den Ladungskreis gebracht werden, 8. in der zweyten Fortsetzung der Ladungskette, womit der Funken herausgezogen wird, welche die positive Kette hieß.

Die Nadeln, mit welchen er Versuche anstellte, waren nach Erfordern von ungleicher Art; doch brauchte er meistens: 1. gute englische stählerne Nähnadeln von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Länge; 2. feine Magnetnadeln aus Uhrfedern gemacht, die durch eine kleine Vertiefung auf einer Spitze ruheten; 3. abgeknippene Stückchen von dicken Claviersaiten von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll. Diese letztern sowohl als auch die Nähnadeln wurden bey der Untersuchung zuweilen schwimmend auf Wasser gelegt.

Der Erfolg von seinen Versuchen war dieser: Gewöhnliche mit dem Magnet gestrichene Compaßnadeln aus Uhrfedern, größere und kleinere, bis 2 und 3 Zoll lang, haben in allen Richtungen durch einen einzigen starken Ladungsschlag theils ihre Kraft völlig verloren, theils sind sie so schwach geworden, daß sie nicht einmal Feilspäne von Eisen an sich gezogen haben, obgleich noch eine schwache Richtung und Polarität übrig war. Der Schlag heißt recht große

Nadeln an, und kleinere verkehrt er zuweilen in dienlicher Stellung.

Wenn die vorerwähnten Nadeln ohne alle Kraft waren, und nach der magnetischen Richtung gestellt wurden, so fehlte es selten, daß nicht der elektrische Schlag darin magnetische Kraft und Polarität erregte. Dabey bemerkte er folgendes:

1. Bey großen Nadeln erregte ein stärkerer Schlag auch eine stärkere Kraft. Bey kleinen konnte er zu stark werden, und es schien, als erfordere jede Nadel eine bestimmte Stärke des Schlages, um die größte Kraft zu erhalten.

2. Große und harte Nadeln, die der Schlag nicht wohl anbiß, bekamen mehr Stärke, wenn man sie zuvor wohl anlaufen ließ. Ganz weiche und ausgebrannte Nadeln bekamen viel weniger Kraft.

3. Das niederwärts gekehrte Ende der Nadel war in allen Proben der Nordpol gewesen, und das aufwärts gekehrte der Südpol, die Ketten mochten liegen, wie sie wollten. Doch ward die Kraft, zumal bey kleinen Nadeln, stärker, wenn die negative Kette am untern Ende der Nadel lag, als wenn sie an das obere angebracht ward.

4. Wenn die Nadeln nach dem Schlage umgewandt wurden, so verkehrte ein neuer Schlag ebenfalls ihre Polarität in die entgegengesetzte. Diese Umwechselung konnte mehrmal nach einander geschehen, doch ward die Kraft immer schwächer.

5. Mehrere gleich starke Schläge nach einander thaten nicht mehr zur Sache, als ein einziger zum Anfange.

6. Wenn

6. Wenn die Nadel zuvor mit dem Magnet gestrichen war, und ihr Nordpol aufwärts gekehrt ward, so konnte ein einziger Schlag ihre Polarität wegnehmen, und zugleich umwenden. Wenn die Nadel lang und schmal war, ereignete sich hiebey oft, daß sie drey Pole bekam.

7. Die eigentliche Stärke, welche die Nadel auf diese Art bekam, ließ sich schwerlich genau angeben. Indessen bekam sie eine vielmal stärkere Kraft von einem einzigen Streichen mit einem mittelmäßigen Magnet.

Nadeln, welche rechtwinklicht gegen die magnetische Richtung gestellt waren, hatten durch den Schlag selten oder nie einige Kraft erhalten. Nur die kleinsten Nadeln gaben mannichmal eine Anzeige davon, wobey der Nordpol allemal der negativen, und der Südpol der positiven Kette zugehörte.

Wenn die Nadel wagrecht in O. und W. lag, so bekam sie durch den Schlag eine zwar geringe, doch deutliche Polarität. Hiebey hatte die negative Kette an ihrem Ende in der Nadel allemal die nordliche, und die positive Kette an dem ihrigen die südliche Polarität erregt, diese Ketten mochten an dem östlichen oder an dem westlichen Theile der Nadel liegen.

Wagrechte Nadeln im magnetischen Meridian bekamen 1. nicht so viel Kraft, als wenn sie nach der Neigung des Magnets gelegt wurden, aber mehr als in der Lage zwischen Osten und Westen; 2. das nordwärts gewandte Ende der Nadel ward meistens der Nordpol, allezeit aber, wenn die negative Kette an diesem Ende lag; ward aber 3. diese Kette an der Na-

del südliches Ende gelegt, und die positive an das nordliche, so ereignete sich bey kleinen Nadeln, daß die Polarität umgekehrt ward, der Nordpol am südlichen, der Südpol am nordlichen Ende der Nadel.

Aus diesen Versuchen zog nun Wilke folgende Sätze: 1. der elektrische Ladungsschlag zerstört und erregt die magnetische Kraft in den Nadeln, 2. er thut nicht in allen Richtungen eben die Wirkungen, es muß daher eine andere mit der Stellung der Nadel zusammenhangende Ursache etwas hiezu beytragen; 3. dieser Ursache giebt der elektrische Schlag Anlaß, auf die Nadel zu wirken; aber 4. an und für sich selbst scheint der Schlag keine gewisse Polarität zu bewirken. Um diese Umstände einiger Maaßen zu vereinigen und zu erklären, sagt er, wolle er annehmen: 1. daß die allgemeine magnetische Kraft des Erdbodens die Hauptursache der Kraft sey, welche die Nadel erhält, 2. daß die Elektricität, wie gewöhnliches Feuer, dieser Wirkung behülflich sey, aber zugleich 3. durch ihren Weg oder Strom die Polarität bestimme. Die Richtigkeit dieser Erklärung sucht er durch einige Versuche zu bestätigen.

Er brachte eine der erwähnten Nadeln in den Ladungskreis, besonders in eine wagrechte Stellung von Osten nach Westen. Alsdann legte er einen künstlichen Magnet nach der Richtung der Axe in eine gerade Linie mit der Nadel, jedoch so weit davon, daß die Nadel ohne Schlag keine Kraft von ihm bekam. Ward der Schlag darauf gelassen, so fand man bey der Nadel eine merkliche Kraft und Polarität, allemal so gestellt, wie der Magnet ihr selbige durch Anrühren hätte mittheilen können. Also bekam der Magnet durch den elektrischen Schlag Anlaß, stärker auf

die

die Nadel zu wirken, als sonst geschehen wäre. Was uns aber eigentlich davon überzeuge, daß die magnetische Kraft der Erde bey Magnetisirung unserer Nadeln mit im Spiele sey, das sey die ungleiche Stärke und Polarität, die sie nach gewissen ungleichen Lagen und Stellungen bekommen.

Er ließ ferner zwey cylindrische Stangen von weichem Eisen, die 1 Elle lang, ohne eigenen Magnetismus, aber für die allgemeine Kraft empfänglich waren, nach der magnetischen Directionslinie stellen. Er setzte größere und kleinere Nadeln zwischen diese Stangen, und ließ den elektrischen Schlag durch die Nadeln und Stangen gehen. Der Erfolg war: 1, daß harte Nadeln, welche sonst von den Stangen keine Kraft bekamen, jetzt so stark wurden, als wären sie mit dem Magnet gestrichen worden, 2. ihre Pole waren nun wie zuvor, der nordliche am untern, der südliche am obern Ende der Nadel; 3. zuvor magnetisirter Nadeln Polarität ließ sich auf diese Art am sichersten umkehren. Dieß war, wie Wilke vermuthete, die wahre Ursache der Stärke, welche Beck durch die Elektricität in seiner Compaßnadel erhalten hat.

Was die Frage betreffe, auf was für Art der elektrische Schlag theils etwas zur Wirkung der allgemeinen Kraft beytrage, theils für sich selbst eine Polarität verursache? so sagt er, könne er in Ansehung des erstern der Meynung derer nicht beypflichten, welche nach Anleitung von du Fays Versuchen, durch Stöße und Hammerschläge eine beständige Polarität zu erwecken, auch hievon die Kraft der Nadeln herleiten. Hier komme augenscheinlich kein solcher Stoß oder Schlag vor; vielmehr glaubt er,

daß die Elektricität wie gewöhnliches Feuer zur Wirkung der allgemeinen Kraft etwas beytrage. In Ansehung des zweyten erhelle aus seinen Versuchen, daß die nordliche Polarität eine besondere Gemeinschaft mit der negativen Kette habe, wie die südliche mit der positiven. Er schließt hieraus, daß es nicht nach Franklin's Meynung ein einzelner Strom elektrischen Feuers sey, der durch die Nadeln gehe, sondern zwey, die einander entgegengesetzt durchstreichen, weil die positive Materie sowohl zur negativen Seite übergehe, als die negative zur positiven. Die Richtung des Feuers allein bestimme also die Art der Polarität nicht, wenn man nicht hinzusetze, welchen Strom man meine. Also werde, nach seinen Versuchen, das Ende der Nordpol, wo der negative Strom eingehe, und der positive ausgehe; und das Ende der Südpol, wo jener aus-, und dieser eingehe. Was diese Ströme nun mit der Polarität selbst für Gemeinschaft haben, sey bisher verborgen.

Die Elektricität scheint überhaupt eine große Aehnlichkeit mit dem Magnetismus zu haben. Aepinus[n]) hat sich besonders bemüht, diese Aehnlichkeit in einer eigenen Abhandlung darzustellen, wovon das wesentlichste folgendes ist:

1. So wie eine eiserne Ruthe, wenn sie einem Magneten nahe gehalten wird, verschiedene Pole nach einander bekommt; so bekommt eine Glasröhre, wenn sie mit einer durch Reiben elektrisch gemachten Röhre berührt wird, positive und negative Theile nach einander.

2. Wenn positiv und negativ elektrische Körper an einander gebracht werden, so vereinigen sie sich mit ein-

n) Nov. commentar. Petrop. T. X. p. 296.

einander, wie Magnete, wenn sie mit ihren entgegengesetzten Polen an einander gelegt werden.

3. Glas ist eine Materie von gleichartiger Natur mit gehärtetem Stahle. Die positiven und negativen Seiten des erstern kommen mit den anziehenden und zurückstoßenden Enden des letztern, wenn er magnetisch gemacht worden, überein.

4. So schwer es hält, das elektrische Fluidum in die Zwischenräumchen des erstern hinein zu bringen, eben so schwer ist es auch, das magnetische Fluidum in die Zwischenräumchen des letztern hinein zu bringen.

5. Gleichwie keine Verdichtung der elektrischen Flüssigkeit in dem erstern statt finden kann ohne eine Verdünnung; also muß auch bey dem letztern, wofern daselbst eine Verdichtung oder ein positiver Magnetismus in einem Ende einer Stange statt finden soll, in dem andern eine Entledigung oder ein negativer Magnetismus vorgehen.

6. Stahl kommt mit Körpern, welche an und für sich elektrisch sind, und Eisen gewisser Maaßen mit Elektricitätsleitern überein.

7. Stahl ist zur Annahme der magnetischen Kraft weniger geschickt; hat er aber dieselbe einmal angenommen, so behält er sie weit stärker, als Eisen. Eben so nehmen auch an und für sich elektrische Körper das elektrische Fluidum so leicht nicht an; ist ihnen aber dasselbe mit Gewalt beygebracht worden, so behalten sie es weit stärker, als Leiter.

8. Aepinus fügt hinzu, und rechnet es unter seine Entdeckung, daß ein elektrisch gemachter Körper auf

auf andere Körper nicht wirke, außer wenn sie selbst elektrisch gemacht sind; eben so wie ein Magnet auf andere Substanzen nicht wirkt, es wäre denn, daß sie selbst die magnetische Kraft besäßen; so daß ein elektrisch gemachter Körper einen andern Körper anzieht und zurückstößt, bloß vermöge dessen, daß er ihn vor allen Dingen elektrisch macht; so wie ein Magnet Eisen anzieht, bloß vermöge dessen, daß er es zuerst zu einem Magneten macht.

9. Auch hat Canton gefunden, daß, wenn der Tourmalin in verschiedene Stücke zerschnitten wird, jedes Stück eine positive und negative Seite habe, so wie auch die Stücke eines zerbrochenen Magnets dergleichen haben.

In diesem Zeitraume hat man auch unläugbar gezeigt, daß einige Fische elektrische Eigenschaften besitzen. Dahin gehört

1. der Krampfroche, Zitterroche, Krampffisch (raja torpedo). Er ist eine Rochenart, platt, selten 20 Zoll lang, völlig ausgewachsen nicht über einige Pfund schwer, und an einigen Küsten Europens sehr häufig. Dieser Fisch war schon den Alten bekannt, welche erzählen, daß er die Thiere, die sich ihm nähern, betäube, und die Arme derjenigen Personen, welche ihn berühren, erstarren mache. Auch hängt es von der Willkühr dieses Thiers ab, den Körper, welchen es berührt, durch einen Schlag zu erschüttern, welcher dem elektrischen ähnlich ist. Eine geraume Zeit hat man die Ursachen von den Erscheinungen dieses Fisches nicht von der Elektricität abgeleitet o). Nachher aber fieng man an, dergleichen dabey zu vermuthen,

o) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1714.

muthen, besonders da ein anderer elektrischer Fisch, der Zitteraal, bekannter wurde, welchen man anfänglich mit jenem vielfältig verwechselte. Um das Jahr 1773 endlich ward es durch Walsh [p]) außer allem Zweifel gesetzt, daß die Eigenschaften des Fisches von der Elektricität abhangen. Dieses Thier hat zwey elektrische Organe, welche an der Seite der Hirnschale und der Kiefern liegen, und von da bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der Seitenflossen gehen. Der Länge nach reichen sie von dem vordern Ende des Thiers bis zu dem Querknorpel, der die Brust von dem Bauche trennt. Hier nehmen sie die ganze Dicke des Thiers von oben bis unten ein, und sind mit der ordentlichen Haut bedeckt, unter welcher sich jedoch noch zwey dünne Membranen oder Bänder befinden. Die Länge eines jeden Organs ist etwas geringer, als der dritte Theil der Länge des ganzen Thiers. Jedes Organ besteht aus senkrechten Prismen oder Säulen, welche von der untern Seite des Körpers bis an die obere reichen, und deren Länge nach der verschiedenen Dicke des Fisches an verschiedenen Stellen verschieden ist. Die Zahl dieser Säulen ist sich nicht gleich, und zwar bemerkt man diese Verschiedenheit nicht nur bey verschiedenen Zitterrochen, sondern sie scheint auch hauptsächlich von dem Alter des Thiers herzukommen, so daß etwa, so wie der Fisch an Größe zunimmt, immer neue entstehen mögen. Bey einem sehr großen Krampfrochen bestand das Organ, wie man fand, aus 1182 solcher Säulen. Die meisten von diesen Säulen sind entweder irregulaire Sechsecke oder irregulaire Fünfecke; allein ihre Gestalt bleibt sich nicht gleich. Ihr Durchmesser beträgt gemeiniglich $\frac{1}{5}$ Zoll. Jede Säule ist durch horizontalliegende Theilungen getheilt,

g) Philos. Transact. Vol. LVIII. p. 461.

theilt, welche sich in geringen Entfernungen über einander befinden, und eine Menge Zwischenräume bilden, die eine flüssige Materie zu enthalten scheinen.

Die beschriebenen elektrischen Organe scheinen allein die elektrische Erschütterung hervorzubringen; die übrigen Theile des Thiers, z. B. die an dem elektrischen Organ liegen, dienen bloß den Stoß zu leiten. Berührt man den Krampfrochen in oder außer dem Wasser, nur nicht isolirt, mit der Hand, so theilt er insgemein eine zitternde Bewegung, oder eine schwache Erschütterung mit; diese fühlt man jedoch bloß in den Fingern. Berührt man ihn hingegen mit beyden Händen zugleich, und zwar mit der einen Hand oben, und mit der andern unten, so erhält man einen Stoß, der dem Stoße aus der Leydner Flasche ganz ähnlich ist. Berühren die Hände den Fisch an den gegenüberstehenden Seiten, gerade über den elektrischen Organen, so ist der Stoß am stärksten. Bringt man sie hingegen an andere Stellen jener Seiten, so sind die Erschütterungen etwas schwächer, und man fühlt gar keine, wenn man beyde Hände an die elektrischen Organe der einen Seite legt. Daraus sieht man, daß die obern und untern Seiten der elektrischen Organe entgegengesetzt elektrisch sind. Berührt man den Fisch mit beyden Händen auf einer Seite, und zwar nicht gerade da, wo die elektrischen Organe liegen, so bemerkt man doch einen, wenn gleich schwachen, Stoß.

In der freyen Luft ist der Stoß von dem Krampfrochen etwa viermal so heftig, als im Wasser; und wenn man beyde Seiten des Thiers mit einer Hand berührt, nämlich die eine Seite mit dem Daumen und die andere mit dem Mittelfinger, so fühlt man die Erschütterung weit stärker, als wenn man die Verbindung

dung mittelst beyder Hände bewirkt hat. Bisweilen erfolgen die Erschütterungen so geschwind auf einander, daß kaum eine Zeit von 2 Sekunden dazwischen vergeht; und wenn der Krampfrochen nicht starke abgesetzte Stöße, sondern bloß ein gewisses Zittern hervorbringt, so läßt sich diese Empfindung der auf einander folgenden geschwinden Entladung mehrerer schwachen Schläge zuschreiben. Es ist besonders, daß der Krampfrochen, wenn er gleich isolirt ist, Personen, die ebenfalls isolirt sind, doch mehrere Schläge geben kann.

Diese Kraft wird durch eben die Körper fortgeleitet, welche die Elektricität leiten, und eben durch die wieder aufgehalten, welche keine Leiter der Elektricität sind. Wenn aber die Verbindung der Leiter nur im geringsten unterbrochen wird, so kann der Stoß des Krampfrochens nicht fortgeleitet werden. Er geht daher weder durch eine Kette, noch durch die Luft von einem Leiter zum andern, wenn der Abstand noch nicht einmal $\frac{1}{200}$ Zoll beträgt; mithin hat man dabey auch nie einen Funken wahrnehmen können. Auch hat man bey den elektrischen Fischen kein Anziehen oder Zurückstoßen bemerkt, ungeachtet man in dieser Absicht mehrere Versuche angestellt hat.

2. Zitteraal, Zitterfisch, Drillfisch (gymnotus electricus, gymnotus tremulus). Dieser elektrische Fisch findet sich häufig in den großen Flüssen von Südamerika. Gewöhnlich ist er etwa 3 Fuß lang; doch will man einige so groß gesehen haben, daß sie mit dem Schlage ihres elektrischen Organs einen Menschen hätten tödten können.

Die-

Diesen Fisch hat zuerst van Berkel [q]) zwischen 1680 und 1689 bekannt gemacht. Richer, welcher im Jahre 1671. nach Cayenne gieng, hatte schon in seinem Tagebuche bemerkt, es gebe daselbst 3 bis 4 Fuß lange Fische, welche, mit dem Finger oder mit einem Stabe berührt, den Arm erstarren machen und Schwindel erregen, welches du Hamel [r]) anführt. In den neuern Zeiten aber bezweifelte man diese Nachrichten, oder war doch nicht geneigt, Elektricität dabey zu vermuthen, als welches selbst Nollet [s]) noch für unwahrscheinlich hält. Der erste, welcher hiebey Elektricität vermuthete, war Adanson im Tagebuche seiner Reise 1751 [t]). Endlich ward durch Seba, Artedi, Gaubius und Allamand [u]), und Gronov [x]) die Beschreibung dieses Fisches selbst und seiner Eigenschaften bekannter.

Hugh Williamson [y]) und Alexander Garden [z]) haben mehrere wichtige Beyträge zur Geschichte des Zitteraals geliefert. Vorzüglich aber erhielt man durch Hunter's Zergliederung eines Zitteraals ein ganz unerwartetes Licht von der Natur

q) Reise nach Rio de Berbice, in der Samml. seltener und merkw. Reisegeschichten. Memming. 1789. 8. S. 220.

r) Historia regiae scient. Acad. p. 168.

s) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1760.

t) *Rozier* observ. sur la physique. Tom. V. 1775. May. p. 444.

u) Haarlemer Verhandelingen. Deel II. p. 372.

x) Descriptio gymnoti tremuli in act. Helv. Basil. 1760. p. 26.

y) Philos. Trans. Vol. LXV. P. I. n. 10. p. 94.

z) Ibid. n. 11. p. 102.

tur dieses Thiers *) und Walsh hat an diesen Fischen mehrere Entdeckungen in Rücksicht ihrer elektrischen Eigenschaften gemacht. Die Versuche, welche jene Eigenschaften zeigten, wurden mehrere Monate lang in London öffentlich angestellt.

Ein Zitteraal von 3 Fuß Länge ist gewöhnlich an der dicksten Stelle seines Körpers zwischen 10 und 14 Zoll im Umkreise. Da die elektrische Kraft dieses Thiers weit stärker ist, als beym Krampfrochen, so sind auch seine elektrischen Organe um vieles größer; wirklich ist auch der Theil seines Körpers, der die meisten animalischen oder solche Theile enthält, welche Fische von der nämlichen Gattung mit ihm gemein haben, beträchtlich kleiner, als der, welcher die elektrische Kraft besitzt, wenn gleich der letztere seine Nahrung und Wirksamkeit von dem erstern bekommt.

Der Kopf dieses Thiers ist groß und breit, flach, glatt und mit mehreren kleinen Löchern versehen. Der Mund ist groß, aber die Kinnbacken haben keine Zähne, so daß sich dieses Thier durch Saugen nährt, oder die Nahrung ganz hinunterschlingt. Die Augen sind klein, etwas platt, von bläulicher Farbe, und stehen ein wenig hinter den Nasenlöchern. Der Körper ist bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Kopfe breit, dick und rundlich; von da an nimmt er allmählig ab. Er ist, von einigen Zollen hinter dem Kopfe an, der Länge nach in vier Theile getheilt, welche durch Linien deutlich von einander abgesondert sind. Die scharfe Kante am Unterleibe nimmt einige Zoll hinter dem Kopfe ihren Anfang, wird immer brei-

a) Philos. Transact. P. II. n. 39. p. 395.

breiter und breiter, und geht bis an den Schwanz, wo sie am schmalsten ist. Er hat zwey Brustflossen, und sein After befindet sich unten, mehr nach vorn hin, als jene Flossen, folglich nicht weit vom rostrum.

Dieses Thier besitzt zwey Paar elektrische Organe, von welchen das eine größer ist, als das andere, und den größten Theil der Länge des Körpers einnimmt. Sie sind durch eigene Häute von einander abgesondert, und mit Nerven aus dem Rückenmarke versehen, welche paarweise zwischen den Rückgradswirbeln herauskommen.

Der Zitteraal besitzt alle elektrische Eigenschaften des Krampfrochens, aber in einem weit höhern Grade. Sein Stoß wird durch Leiter der Elektricität fortgeleitet, und durch nicht=leitende Körper aufgehalten. Daher empfindet man den Stoß durch Wasser, ohne daß man das Thier unmittelbar berührt, auch durch jede andere gemachte Verbindung; den stärksten Schlag aber erhält man, wenn man das Thier außer dem Wasser berührt, und die beste Art, starke Schläge zu erhalten, ist die, daß man das Thier mit der einen Hand am Schwanze, und mit der andern am Kopfe faßt. Auf solche Art erhält man Erschütterungen, die man nicht bloß in beyden Armen, sondern auch sehr stark in der Brust fühlt. Berührt man das Thier bloß mit einer Hand, so fühlt man darin nur eine Art von Zittern, das dem Zittern, welches der Krampfrochen unter gleichen Umständen hervorbringt, ganz ähnlich, nur stärker ist. Auch die Kraft des Zitteraals, Stöße zu ertheilen, hängt von seiner Willkühr ab; so ertheilt er auch bisweilen sehr starke, bisweilen wieder sehr schwache Stöße; die stärk-

stärksten dann, wenn er durch häufiges und starkes Berühren gereizt wird.

Legt man kleine Fische in das Wasser, worin sich der Zitteraal befindet, so werden sie gemeiniglich durch einen Schlag betäubt und getödtet, worauf er sie, wenn er hungrig ist, verschluckt. Die so betäubten Fische erholen sich oft wieder, wenn man sie geschwind in ein andres Gefäß mit Wasser thut.

Die stärksten Erschütterungen des Zitteraals pflanzen sich fort, wenn auch die Verbindung ein wenig unterbrochen ist. Sie lassen sich z. B. durch eine Kette leiten, um so mehr, wenn sie nicht sehr lang und ausgedehnt ist, so daß ihre Glieder in bessere Berührung kommen. Macht man in einen auf Glas befestigten Stanniolstreifen einen Einschnitt mit einem Federmesser, und läßt die Erschütterung durch diesen Streifen hindurchgehen, so wird sich ein kleiner, aber sehr lebhafter Funken zeigen, der sich in einem dunkeln Zimmer sehr deutlich bemerken läßt.

Walsh hat an dem Zitteraale noch eine andere Entdeckung gemacht. Er bemerkte nämlich an diesem Thiere eine neue Art von Sinn, mit dessen Hülfe es wußte, ob die Körper, die sich ihm näherten, solche waren, welche den Stoß empfangen konnten, d. i. Leiter, oder Körper von anderer Beschaffenheit; denn in dem erstern Falle ertheilte das Thier den Stoß, im letztern aber nicht. Diese wunderbare Eigenschaft zu zeigen, stellte er mehrere Versuche an, von welchen der überzeugendste folgender war. Zwey Dräthe wurden mit ihren Enden in ein Gefäß mit Wasser gelegt, in dem sich der Fisch befand, sodann umgebogen und eine große Strecke fortgeführt; endlich endigten sie sich

in zwey besondern mit Wasser gefüllten Gefäßen. Diese Dräthe wurden in einer beträchtlichen Entfernung von einander von Nichtleitern getragen, mithin war die Verbindung nicht vollkommen. Legte nun Jemand die Finger beyder Hände in die Gefäße, worin sich die Dräthe endigten, d. h. die Finger der einen Hand in das eine, und die der andern in das andere Gefäß, so war die Verbindung vollkommen. Nun bemerkte man beständig, daß sich das Thier, wenn die oben beschriebene Verbindung unterbrochen war, den Enden der Dräthe nie absichtlich näherte, wie es zu thun pflegte, wenn es einen Schlag geben wollte. Sobald aber die Verbindung entweder durch eine Person oder sonst durch einen Leiter wieder hergestellt wurde, so kam das Thier augenblicklich zu den Dräthen, und ertheilte den Stoß, wenn es gleich nicht sehen konnte, daß die Verbindung wieder ergänzt worden war.

D. Schilling [b]), Arzt der Colonie zu Surinam, wollte durch Versuche einen beträchtlichen Einfluß des Magnets auf diesen Fisch wahrgenommen haben. Bey der Annäherung eines armirten Magnets ward der Fisch zuerst unruhig, und bey der Berührung mit demselben stark erschüttert. Legte man den Magnet ins Wasser, so ward der Fisch nach einiger Zeit ganz still, und näherte sich von selbst dem Magnete, als ob er von dem umgebenden Wasser angezogen und zurückgehalten würde. Nach einer halben Stunde zog er sich sehr geschwächt vom Magnete wieder zurück, hatte

b) Nouv. mém. de Berlin. 1770. p. 68. imgl. Observ. phys. de torpedine pisce in diatribe de morbo in Europa pene incognito, quem Americani Jaws vocant. Traj. ad Rhen. 1770.

hatte aber nun alle Erschütterungskraft verloren, so daß man ihn ohne Schaden berühren und in die Hände nehmen konnte. Die beyden Pole des Magnets schienen wie mit Feilspänen überzogen. Der Fisch erlangte einige Kraft wieder, nachdem man ihn ein Paar Tage mit Brodt gefüttert hatte; als man aber Eisenfeile ins Wasser warf, sammlete er bald alle vorige Kraft von neuem.

Diese Versuche sind von Vielen als ein Hauptbeweis für die Identität der Elektricität mit dem Magnetismus angesehen worden. Allein schon Walsh hat sie als völlig ungegründet gefunden.

Nordlicht, und einige andere feurige Lufterscheinungen.

Die prächtige Erscheinung des Nordlichts hat die Physiker von jeher beschäftigt, und verschiedene Hypothesen veranlaßt. Die bisher gewöhnlichste Meynung war die, daß sie von den Ausdünstungen unserer Erde entstehe, und folglich eine bloße Lufterscheinung sey. Diese Erklärung hat aber unter den Physikern Schwierigkeiten gefunden, indem man sie verschiedenen Beobachtungen zu Folge als unzulänglich angesehen hat. Diese Beobachtungen betreffen vorzüglich die Höhe, in welcher sich gewöhnlich die Nordlichter befinden. Die Nordlichter werden zu allen Jahrszeiten gesehen, am häufigsten aber nach der Herbst- oder vor der Frühlingsnachtgleiche. Herr von Mairan hat 229 beobachtete Nordlichter den Monaten nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Sept.	34
Februar	27	Jun.	5	Oct.	50
März	22	Jul.	7	Nov.	26
April	12	Aug.	9	Dec.	15

 Man

Man hat es allerdings schwer gefunden, die Parallaxen des Nordlichts zu messen, und daraus seine Höhe über der Erdfläche anzugeben, weil zwey Beobachter an entfernten Orten nie versichert seyn können, beyde denselben Punkt des Phänomens getroffen zu haben. Doch vereinigen sich alle hierüber angestellte Erfahrungen dahin, daß die Höhe des Gegenstandes, den man bey dieser Erscheinung sieht, sehr groß seyn müsse. Dieß erhellet auch schon daraus, weil man ein und eben dasselbe Phänomen auf einem so großen Theile der Erdfläche sieht. Ueberdieß hat auch die Erfahrung gelehrt, daß die Nordlichter in keiner bestimmten Verbindung mit der Witterung stehen, woraus es wahrscheinlich wird, daß sie über die Gränzen des Luftkreises hinaus liegen, und nicht zu den eigentlichen Meteoren gehören.

Mairan berechnet aus Beobachtungen der Höhe des lichten Bogens am 19ten Octob. 1726, welche Godin zu Paris 37°, der Cardinal Polignac zu Frescati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe des leuchtenden Stoffs = 266¾ franzöſ. Meilen, welches auf 160 geographische Meilen beträgt, und die wahrscheinliche Höhe des Luftkreises bey weitem übertrifft, obgleich Mairan sich dadurch irrig verleiten läßt, den Luftkreis selbst für so hoch zu halten. Bergmann [c]) setzt diese Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen auf 150 schwedische Meilen.

Auch hat man Verbindungen des Nordlichts mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wol-

c) Abhandl. der Schwed. Ak. d. Wiss. B. XXVI. S. 200. f. B. XXVIII. S. 230. d. Ueb.

wollen. Von der Elektricität führt Winkler [d]) einige Beobachtungen an, welche aber nichts entscheiden. Bergmann [e]) versichert dagegen, nie den mindesten Einfluß des Nordlichts auf die Luftelektricität bemerkt zu haben.

Von der Magnetnadel haben Celsius und Hiorter [f]) zuerst bemerkt, daß sich ihre Abweichung beym Nordlicht merklich ändere, und gleichsam hin und her zu schwanken scheine. Einige Beobachtungen hievon hat auch Winkler [g]) gesammlet. Dieß hat man bisher immer als eine bestätigte Erfahrung angesehen; allein es ist doch merkwürdig, daß der P. Hell 1769 zu Wardhus nichts davon wahrgenommen hat.

Auch hat man wahrgenommen haben wollen, daß diese Erscheinung, und besonders das Aufsteigen der Lichtsäulen, mit einem Geräusch, wie das Sausen eines entfernten Windes, begleitet sey. Dieß würde anzeigen, daß der Stoff des Nordlichts nicht so weit von uns entfernt wäre, oder sich zuweilen bis in den Luftkreis erstreckte. Musschenbroek führt hierüber die Zeugnisse der grönländischen Wallfischfahrer an, und Wargentin [h]) beruft sich auf D. Gißler's Beobachtungen im nördlichen Schweden. Bergmann aber hat

d) Progr. conjectura de vi electrica vaporum solarium in lumine boreali. Lipf. 1763. 4.

e) Philos. Transact. Vol. LII. P. II.

f) Abhandl. d. Schw. Ak. d. Wiss. B. IX. S. 30. f. B. XII.

g) Progr. de commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipf. 1767. 4.

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XIV. S. 169. B. XV. S. 85. f.

hat nichts hievon wahrnehmen können, und bemerkt, die Bewegung mache den Beobachter geneigt, jedes Säuseln, das er etwa aus andern Ursachen höre, dem Nordlichte zuzuschreiben.

Gegen die Meynung derjenigen, welche die Erscheinungen des Nordlichts von irdischen Dünsten herleiten, führt de Mairan an, daß sie nicht bestehen könne: 1. wegen der großen Höhe des Nordlichts, 2. wegen der langen Unterbrechungen, welchen doch Regen, Donner, Höfe, Nebensonnen u. d. g. nicht ausgesetzt sind, 3. wegen der Erscheinungen selbst, besonders der beständigen Stellung gegen Norden, die sich aus den Dünsten gar nicht erklären läßt, da diese in den südlichen Ländern weit häufiger sind, 4. wegen der Monate, in welchen die Nordlichter am seltensten sind, und in welchen gerade die meisten Dünste aufsteigen.

Viele andere Physiker haben das Nordlicht für eine optische Erscheinung gehalten, und aus dem Widerscheine des um den Nordpol befindlichen Schnees und Eises erklärt, welches die Sonnenstrahlen gegen die hohle Fläche der obern Schichten des Dunstkreises zurückwerfe, von welcher sie durch eine zweyte Zurückwerfung in unser Auge gelangten. Diese Meynung, welche schon Cartesius vorgetragen hat, hat Samuel von Triewald [i]) durch folgenden Versuch erläutern wollen. Er ließ den Sonnenstrahl durch eine enge Oeffnung in ein dunkeles Zimmer auf ein Prisma fallen, welches ihn auf die obere Fläche des in einem Glase befindlichen Branntweins schickte, da alsdann die farbigen Strahlen an einer weißen Tafel einen so natürlichen Nordschein abmahlten, daß

i) Abhandl. der schwed. Akad. d. Wissensch. B. VI. S. 103.

daß diesem nichts ähnlicher seyn konnte; und da die Oberfläche des Branntweins bald von dem gefärbten Sonnenlichte erwärmt ward, und folglich ausdunstete, so konnte man auch bewundernswürdige Bewegungen an der Tafel wahrnehmen, auf welcher plötzlich blitzende Strahlen hervorschossen, und sich nachher in gefärbte Wolken verwandelten, welche ihre Stellen gegen einander auf unendliche Art veränderten; kurz, man sahe alle Erscheinungen, die nur ein natürlicher Nordschein zeigt, und mit eben so vielen Veränderungen.

Dieser Erklärung setzt Mairan entgegen, sie mache das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, die sich beständig zeigen, auch nach den Gesetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müßte; sie setze bey der Höhe des lichten Bogens in unsern Ländern 300 franz. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken voraus, die das Licht zurückwürfen; durch diese würde man die Sterne nicht sehen können, wie durch den Schimmer des Nordscheins; die Höhe des Bogens richte sich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müßte nach dieser Erklärung unten am stärksten seyn, wo sich doch das dunkle Segment zeige; endlich sey das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebst den besondern Umständen des Nordlichts auf diese Art gar nicht zu erklären.

Indessen ist die Meynung, daß das Nordlicht eine optische Erscheinung sey, wieder von dem P. Hell [i]) angenommen worden, welcher bey seinem Auf-

i) Aurorae borealis theoria nova in Append. ad ephemerides astron. anni 1777.

Aufenthalte zu Wardhus in Norwegen im Jahre 1769 das Nordlicht zu einem Hauptgegenstande seiner Beobachtungen gemacht hatte. Er bemüht sich, die Erscheinungen durch Eistheilchen mit platten Flächen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden des Luftkreises bis auf eine große Höhe schweben, und das Licht der Sonne sowohl, als des Mondes, nicht bloß ein- oder zweymal, sondern sehr vielmal zurückwerfen sollen. Es fallen hiebey freylich einige der vorhin genannten Schwierigkeiten hinweg, z. B. die große Höhe, welche man aus den Parallaxen geschlossen hat, da bey einer bloß optischen Erscheinung, bey der jeder Zuschauer etwas anders sieht, die Methode der Parallaxen gar nicht mehr anzuwenden ist; ferner der Einwurf, daß man Nordlichter sieht, wenn die Sonne 60 Grad tief unter dem Horizonte und der Mond neu ist, weil nach dieser Hypothese sehr viele Reflexionen vorgehen, und immer ein Eisblättchen dem andern den Sonnenstrahl zuwirft. Auch erklärt sich die Unterbrechung und Bewegung des Phänomens, da nicht immer Eisblättchen vorhanden sind, und die vorhandenen vom Winde mannichfaltig bewegt werden; und endlich die große Stärke des Lichts, da freylich platte Flächen leicht 100mal mehr Licht auf einen Ort werfen können, als Kügelchen, woraus die Dünste und Wolken bestehen und die das Licht zerstreuen. Allein es bleibt allemal noch unbegreiflich, daß gefrorne Eisblättchen so hoch im Luftkreise schweben sollen, als hiebey noch immer erfordert wird, und wie man durch sie Fixsterne sehen könne.

Fast keine Hypothese in der Physik ist mit so vielem Fleiße, Scharfsinn, Witz und Belesenheit ausgeführt worden, als die, nach welcher Herr von Mairan

ran[m]) das Nordlicht aus Dämpfen der Sonnenatmosphäre ableitet. Da man es als bestätigt annahm, daß die Erde bisweilen in die Gränzen der Sonnenatmosphäre eintritt, so sucht Herr von Mairan den Grund des Nordlichts in der alsdann entstehenden Vermischung beyder Atmosphären der Sonne und der Erde. Die Theile der erstern, welche der Erde nahe genug kommen, um gegen sie mehr Schwere als gegen die Sonne zu erhalten, fallen in den Luftkreis herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde, wo kein Schwung statt findet, hingetrieben, und bleiben in den höchsten Luftschichten schweben, mit welchen sie gleiche specifische Schwere haben. Die niedrigern Schichten enthalten die gröbern dunklern Theile, welche das Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf welchen die Luftsäulen aufstehen. Ueber diesen schwebt der feinere Stoff, der entweder an sich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft entzündet ist. Dieß alles geschieht in einer beträchtlichen Höhe über der Erde, daher das Licht noch sehr weit vom Nordpole gesehen werden kann. Die westliche Abweichung des Bogens wird sinnreich erklärt. Nämlich, da sich die Erde von Abend gegen Morgen drehet, so tritt die Abendgegend des Luftkreises am spätesten in die Sonnenatmosphäre ein. Auf der Morgenseite hat der feine Stoff den Tag über schon Zeit gehabt, sich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu ziehen; gegen Abend zu ist er aber noch in großer Menge und in voller

m) Traité physique et historique de l'aurore boreale in den Mémoir. de Paris 1731. Auch besond. Paris 1733. 4. und sehr vermehrt 1754. 4. imgl. Eclairciſſements sur le traité physique &c. p. Mr. *de Mairan* in den Mém. de Paris 1748.

voller Bewegung, daher erscheint das Licht mehr westwärts.

Hieraus erklärt der Herr von Mairan die Entstehung des dunkeln Segments, der hellen Bogen, der Lichtsäulen und Strahlen, der Zitterungen und Blitze, der Krone am Zenith u. s. w. sehr ungezwungen. Es giebt fast keinen Umstand, der sich nicht seiner Hypothese sehr leicht anpassen ließe. Hierauf giebt er eine Darstellung von der Lage des Sonnenäquators und der Atmosphäre um denselben gegen die Erdbahn, zeigt daraus, zu welchen Jahrszeiten die Erde der Sonnenatmosphäre am nächsten komme und sich am meisten in sie einsenken könne, und findet, daß dieß gerade in eben den Monaten geschieht, in welchen man die meisten Nordlichter beobachtet hat. Endlich beweißt er aus den Beobachtungen des Thierkreislichts, daß sich die Sonnenatmosphäre bald erweitere, bald enger zusammenziehe, daher die Erde bey manchen Umläufen auf sie treffen, bey andern sie verfehlen könne. Hieraus erklärt er die langen Unterbrechungen der Erscheinung von Nordlichtern, indem er zeigt, daß sie gerade in den Jahren gefehlt haben, in welchen man das Zodiakallicht gar nicht, oder nur schwach, hat bemerken können.

Da diese Hypothese mit einer so bewundernswürdigen Leichtigkeit fast alle Erscheinungen, die beym Nordlichte vorkommen, erklärte, so ist es nicht zu verwundern, daß sie zu ihrer Zeit sehr viele Anhänger gefunden hat. Allein Euler [n]) und d'Alembert [o]) haben wichtige Zweifel dagegen gemacht, obgleich

n) Mémoir. de l'Acad. de Prusse. an. 1746.

o) Opuscules mathemat. Tom. VI. p. 33.

gleich von Mairan [p]) die Euler'schen ganz glücklich zu heben gewußt hat. Euler selbst ist geneigt zu glauben, daß das Nordlicht von eben der Ursache herrühre, welche mache, daß die Kometenschweife aufsteigen und sich allezeit von der Sonne abwärts kehren. Der wahrscheinlichste Grund, den die Astronomen von der letztern Begebenheit angeführt haben, ist, daß die Sonnenstrahlen an die weite Dunstkugel des Kometen stoßen, und die zartesten und leichtesten Theilchen daraus absondern, mit sich führen, oder nach der andern Seite des Kometenkörpers jagen, und also auf die Seite bringen, wo des Kometen Schatten hinfällt, bis sie gänzlich zerstreuet werden. Eben so, glaubt Euler, stießen die Sonnenstrahlen an unsere Luft, und würden der Erde einen Kometenschweif geben, wenn unser Dunstkreis an zarten Dünsten so reich wäre, als die Luft des Kometen. Indessen richten die Strahlen gleichwohl etwas aus, und setzen allemal die obere Luft, wo sie anstoßen, in einige Bewegung. Dieses geschieht vornämlich bey den Polen, wo die Luft mehr als die Hälfte des Jahrs der Wirkung dieser Strahlen ohne Unterlaß ausgesetzt ist, aber näher bey dem Aequator ist es nicht zu bemerken, weil die Strahlen daselbst nie über zwölf Stunden nach einander in einerley Lufttheilchen wirken, und sich diese Lufttheilchen, wegen der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Axe, allemal in andern zwölf Stunden den Strahlen entziehen.

Seitdem man den Blitz für eine elektrische Erscheinung erkannt, und die Elektricität der Atmosphäre wahrgenommen hat, sind die Naturforscher geneigt worden, das Nordlicht aus der Elektricität zu erklären.

p) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1747.

ren. Der erste, welcher auf diesen Gedanken kam, war Canton [q]). Die Veranlassung hiezu gab ihm folgender Versuch: Er machte eine Torricellische Luftleere in einer ohngefähr 3 Fuß langen gläsernen Röhre, und verschloß sie hermetisch. Hielt er nun das eine Ende der Röhre in seiner Hand, und brachte das andere an den Leiter, so ward sofort die ganze Röhre von einem Ende bis zum andern leuchtend; nahm er sie vom Leiter hinweg, so blieb sie noch ferner eine beträchtliche Zeit, öfters über eine Viertelstunde lang, erleuchtet. Rieb er sie nachher mit der Hand hin und her, so ward das Licht ungemein lebhaft, und erschien ganz ununterbrochen von einer Hand zur andern, sogar ihrer ganzen Länge nach. Nach dieser Operation, welche die Röhre größtentheils entladete, sah man in ihr hie und da ein Aufblitzen, ungeachtet man sie nur an dem einem Ende, und ganz still hielt. Faßte man sie aber alsdann mit der andern Hand, an irgend einem Theile ihrer ganzen Länge, an, so schossen beständig lebhafte Lichtstrahlen von dem einen Ende nach dem anderen, und dieses dauerte 24 Stunden, und vielleicht noch länger, ohne ein neues Elektrisiren nach einander fort. Wenn kleine und lange luftleere und manche irregulaire Art und unter mancherley Winkeln gebogene Glasröhren im Finstern gehörig elektrisirt wurden, so stellten sie die Erscheinung sehr schöner Blitze dar. Er fragt, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus positiven Wolken in negative durch den obern Theil der Atmosphäre sey? Er behauptet, daß der Nordschein, welcher sich zu der Zeit, da die Magnetnadel durch die Hitze der Erde in Unordnung geräth, nichts anders, als die Elektricis

q) Philos. Transact. Vol. XLVIII. P. II. p. 784. Vol. LI. P. I. p. 403.

tricität der erhitzten Luft über derselben sey, wie dieß vornämlich in den nordlichen Gegenden zu ersehen ist, indem die Veränderung der Hitze der Luft in diesen Gegenden am größten ist.

Diese Lehrmeynung, sagt Canton, scheint nicht unwahrscheinlich zu seyn, wenn man erwägt, daß man die Elektricität nunmehr als die Ursache des Blitzes und Donners kennt; daß man sie zur Zeit eines Nordscheins aus der Luft herausgebracht hat; daß die Bewohner der nordlichen Länder den Nordschein alsdann vorzüglich stark bemerken, wenn sich nach einer strengen Kälte plötzlich Thauwetter einstellt; und daß die in dieser Sache Forschenden nunmehr eine Substanz kennen gelernt haben, welche ohne Reibung bloß vermittelst der Vermehrung oder Verminderung ihrer Wärme das elektrische Fluidum sowohl von sich läßt, als auch in sich zieht, nämlich den Tourmalin, an welchem er diese Eigenschaft entdeckt hatte.

Canton bemerkt, daß er die Luft bisweilen bey heller Witterung elektrisch gefunden habe, nie aber zur Nachtzeit, außer wenn sich ein Nordlicht zeigte, und zwar alsdann nur in einem geringen Grade. In wie fern sich aus der positiven und negativen Elektricität der Luft, nebst einer gehörigen Feuchtigkeit dazwischen, um zum Leiter zu dienen, diese und andere Luftzeichen, welche man bisweilen bey heiterm Himmel wahrnimmt, erklären lassen, überläßt er fernern Untersuchungen.

Beccaria [r]) erklärte nun das Nordlicht ebenfalls für ein sichtbares Ueberströmen der Elektricität, welche Meynung nun fast allgemein wurde.

Die

r) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1758. 4. p. 272.

Die erste förmliche Theorie hierüber hat Eberhard[s]) entworfen. Nach seiner Meynung sind die Sonnenstrahlen, die auf den obern Theil der Polarluft fallen, noch nicht im Stande, dieselbe zu erwärmen; sie erschüttern sie nur und erregen ihre Elektricität, die sich in diesen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich stark äußert.

Zu gewissen Zeiten zeigt sich an den in der Luft erhabenen Gegenständen, besonders an Metallen, eine feurige Erscheinung, wobey aus den Spitzen und Ecken der erhabenen Gegenstände oft rauschende Funken ausströmen, welche eine Zeitlang ohne Schaden fortdauren. Vornämlich zeigt sich diese Erscheinung an den Spitzen der Mastbäume, an den hervorragenden Theilen der Schiffe bey Stürmen, an den Spitzen der Kirchthürme u. s. f.

Dieß Phänomen war schon den Alten bekannt, und man nennt es gewöhnlich das Wetterlicht, St. Elmusfeuer; die Portugiesen heißen es corpo santo, die Holländer vrede vyer, die Engländer comazant und die Niederdeutschen Weerlicht.

Von den Neuern handeln hievon Conr. Gesner[t]), und der Ritter von Forbin[u]). Letzterer giebt folgende Erzählung: "Im Jahr 1696 zog sich plötzlich während der Nacht ein schwarzes Gewölk zusammen,

s) Hallische Intelligenzbogen v. 1758. Num. 49. und nachher in s. vermischten Abhandlungen aus der Naturlehre. Halle 1759. 8. Th. I. S. 130. f.

t) Commentar. de lunariis, et obiter de aliis etiam rebus, quae in tenebris lucent. Tiguri 1555. 8.

u) Mémoires. T. I. p. 368. und im Hamb. Magaz. B. VII. S. 425.

men, wobey entsetzliche Blitze und Donnerschläge entstanden. Weil ich einen starken Sturm befürchtete, ließ ich alle Seegel einziehen. Wir sahen auf dem Schiffe mehr als 30 St. Elmusfeuer. Eines unter andern befand sich oben auf dem Windflügel des großen Mastes, welches mehr als $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch war. Ich schickte einen Matrosen hinauf. Als er oben war, hörte er dieses Feuer ein Gezisch machen, als wenn man angefeuchtetes Schießpulver anzündet. Ich befahl ihn, den Flügel abzunehmen und damit herunter zu kommen. Kaum hatte er ihn aber von der Stelle weggenommen, so gieng das Feuer davon weg, und setzte sich auf die Spitze des Mastes, ohne daß man es hätte davon abbringen können. Es blieb daselbst ziemlich lange, bis es nach und nach vergieng. Der gedrohete Sturm hatte weiter keine Folgen, als einen starken Regen, der etliche Stunden dauerte."

Aehnliche Beschreibungen dieser Art finden sich in einem von Forskål an Wilke erlassenen Briefe [x]), von Jallabert und de Saussûre [y]), von Nicholson [z]), und von dem Prediger Spanholz zu Lichen in der Ukermark.

Seitdem der Blitz als ein elektrisches Phänomen erkannt wurde, hat man auch das St. Elmusfeuer für eine solche Erscheinung gehalten. Man ist allgemein der Meynung gewesen, daß die in der Luft angehäufte elektrische Materie durch diese Gegenstände, als Leiter derselben, zur Erde geführt werde.

Von

x) Schwed. Abhandlung. B. XXI. S. 163. f. der deutſ. Uebers.

y) Histoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1767.

z) Philos. Transact. Vol. LXIV. p. 351.

Von dem sogenannten Wetterleuchten, oder einer Art von Blitz, wobey man keinen Donner hört, auch keinen gedrungenen Feuerstrahl schießen sieht, sondern bloß einen ausgebreiteten sogleich wieder verschwindenden Schein bemerkt, haben die Naturforscher noch wenige zuverlässige Nachrichten bekannt gemacht. Watson [a]) beschreibt es unter dem Nahmen Coruscation, und vergleicht es mit den Säulen und dem Glanze des Nordlichts. Etwas ähnliches hat auch Miles an geriebenen Glasröhren bemerkt.

Bergmann [b]) bemerkt, daß unter den Lufterscheinungen, welche die Naturforscher nicht vollkommen haben erklären können, besonders der Blitz ohne Donner gehöre. Diese Erscheinungen seyen ohne Zweifel von mehrerley Art, und rührten von ungleichen Ursachen her. Er führt einige Beobachtungen vom Wetterleuchten an, und glaubt, daß, um Blitz ohne Donner zu erhalten, sich viele Wege denken lassen. Er führt einige an, von welchen man mit Sicherheit wisse, daß sich die Natur ihrer bediene: 1. ein so weit entfernter Donner, daß man nur den Blitz sieht und den Knall nicht hört; 2. wenn zarte Dünste sehr hoch steigen, und andern Sammlungen von Dünsten das elektrische Feuer mittheilen oder aus ihnen in sich nehmen, so ereigne sich ein Glanz ohne Donner, weil die umliegende Luft, ihrer Dünne wegen, keinen merklichen Schall fortpflanzen könne. Daß die Dünste sehr hoch steigen könnten, davon überzeugten uns Bouguers Bemerkungen, da er auf den Cordilleras war; das übrige lasse sich hinlänglich aus der

a) Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 367.

b) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXII. S. 62. f. der deuts. Uebers.

der elektrischen Theorie des Donners erläutern, und mit elektrischen Versuchen im luftleeren Raume bestätigen. Der sogenannte Kornblitz, oder das Wetterleuchten zur Erndtezeit, werde oft von den beyden eben erwähnten Umständen verursacht werden.

Meynungen über das Wesen der Elektricität.

Nachdem du Fay die beyden entgegengesetzten Elektricitäten, welche er die glashafte und harzige Elektricität nannte, entdeckt hatte, kam er auf die Vorstellung von zwey verschiedenen elektrischen Flüssigkeiten, welche in Ansehung ihrer selbst sich zurückstoßen und einander anziehen. Allein davon hatte er keinen Begriff, daß diese beyden Arten bey jeder elektrischen Operation vorhanden wären, und daß sie beyde allemal durch Glas und Harz allein hervorgebracht würden. Das Anziehen und Zurückstoßen erklärte er aus gewissen die elektrisirenden Körper umringenden Wirbeln. Wenn eine Pflaumfeder, sagt er, auf die geriebene Glasröhre fällt, so wird sie sogleich in die Höhe zurückgestoßen, und man kann aus der Höhe, in welcher sie über der Röhre schwebt, auf diejenige Schicht des Wirbels schließen, welche Kraft genug hat, das Gewicht der Feder zu tragen; denn schneidet man die Feder in kleine Stückchen, so halten sich diese in weit größern Entfernungen. Die Erklärung ist leicht. Sobald nämlich die Feder die Röhre berührt hat, wird sie elektrisirt, und bekommt selbst einen kleinen elektrischen Wirbel um sich. Dadurch wird sie zurückgestoßen, bis ihr Wirbel, der sich nach der entgegengesetzten Richtung gegen den Wirbel der Röhre auszubreiten sucht, zerstreut, oder wenigstens beträchtlich vermindert ist. Du Fay erklärt sich aber nirgends darüber, wie er sich den Unterschied zwischen

den Wirbeln beyder Elektricitäten und die Ursache ihrer Anziehung vorstelle.

Die Erscheinungen des ausströmenden Lichts, des Blasens, das man dabey fühlt, des elektrischen Funkens und des phosphorischen Geruchs fiengen an, die Physiker auf die Vermuthung einer eigenen elektrischen Materie zu führen, welche einige für einen ganz eigenen Grundstoff, andere für das Elementarfeuer, noch andere, wie Boulanger c), für die feinern Theile der Atmosphäre hielten, welche sich beym Reiben nach Wegnehmung der gröbern Theile auf den Oberflächen der Körper anhäuften. Man glaubte, diese Materie habe ihren Sitz vorzüglich in den elektrischen Körpern, werde durch das Reiben loß gemacht und in Thätigkeit gesetzt, und fahre aus den geriebenen Körpern in die daran gebrachten Leiter.

Als man aber fand, daß die Elektricität des Reibzeuges gerade das Gegentheil von der Elektricität des Leiters, und in aller Absicht mit derjenigen einerley war, welche man vorher durch das Reiben des Siegellacks, Schwefels, Harzes u. s. f. hervorgebracht hatte, mithin sah, daß die beyden Elektricitäten zugleich von ein und eben demselben elektrischen Körper, und vermittelst ein und eben desselben Reibens, hervorgebracht würden: so zogen alle Elektrisirer, und unter andern auch du Fay selbst, daraus den Schluß, daß beyde nichts weiter, als zufällige Modificationen ein und eben derselben Flüssigkeit wären; und darauf ward die alte Lehre von den verschiedenen Elektricitäten durchgängig abgeschaft.

Die

c) Traité de la cause et des phénomènes électr. Paris. 1750. 8.

Die merkwürdigste der damaligen Theorien ist des Abts Nollet Hypothese der gleichzeitigen Aus- und Zuflüsse. Dieser geschickte Experimentator bewieß zuerst das Daseyn einer elektrischen Materie, die weit feiner als die Luft sey, sich auch nicht in Wirbeln, sondern in geraden Linien bewege, und Atmosphären um elektrische Körper bilde. Diese Materie strömt nach seiner Meynung aus dem elektrisirten Körper aus, zu gleicher Zeit aber strömt eben so viel davon aus den benachbarten Körpern, ja selbst aus der anliegenden Luft, in den Körpern hinein. Bey starker Elektricität entzünden sich diese Ströme durch den Stoß ihrer Strahlen, und werden leuchtend. Die Zwischenräume, aus welchen die Materie ausgeht, sind nicht so zahlreich, als die, wodurch sie eindringt. Die ausströmende Materie bildet Büschel von divergirenden Strahlen, welche, wenn sie auch in einiger Entfernung nicht mehr sichtbar sind, doch noch immer weiter fortgehen. Diese Materie durchdringt die Leiter sehr leicht, die Nichtleiter aber schwer oder gar nicht, wenn sie nicht gerieben oder erwärmt werden. Sie ist überall verbreitet, und wahrscheinlich einerley mit dem Elementarfeuer, nur daß sie sich bisweilen mit einigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus diesen Sätzen erklärt nun Nollet das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper auf folgende Art. Die Ausflüsse geschehen aus wenigen Punkten und büschelförmig, die Zuflüsse nach allen Punkten. Ein leichter kleiner Körper wird also in einiger Entfernung von den zufließenden Strömen ergriffen, und stärker fortgeführt, als ihn die durch die Divergenz geschwächten Strahlen der Ausflüsse wegtreiben. So fliegt er bis an den elektrisirten Körper, wo die aus-

 flie-

fließenden Büschel näher beysammen sind, und ihn also zurückstoßen. Während dieser Zeit wird er selbst durch Mittheilung elektrisirt, d. h. es entsteht Ausfluß aus seinen eigenen Poren, und Einströmen in dieselben. Unter diesen Umständen kann er nicht wieder angezogen werden, weil seine Ausflüsse den Ausflüssen des andern Körpers entgegengesetzt sind. Verliert er aber seine Elektricität durch die Berührung mit andern Körpern, so kehrt er wieder in seinen anfänglichen Zustand zurück, und wird aufs neue angezogen.

Zwischen den beyden verschiedenen Arten der Elektricitäten des Glases und des Harzes scheint Nollet keinen Unterschied weiter anzunehmen, als daß jene stärker, diese schwächer sey.

Die zufällige Entdeckung der leydner Flasche legte den Physikern der damaligen Zeit ein unerklärbares Räthsel vor. Nollet versuchte seine Hypothese darauf anzuwenden, ohne jedoch gehörige Rücksicht auf die verschiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glases zu nehmen. So hatte er also nicht einmal einen richtigen Begriff von der Ladung der Flasche, die er überhaupt nur für Ueberfüllung mit elektrischer Materie annahm. Die Erschütterung beym Entladen erklärte er durch das Zusammenstoßen zweyer elektrischer Ströme, wovon der eine aus der innern, der andere aus der äußern Seite der Flasche komme, die sich im Körper der entladenden Person begegneten, und dadurch die in ihr enthaltene elektrische Materie erschütterten. Ganz wider die Erfahrung nahm er an, man könne auch isolirte Flaschen laden; denn seine Hypothese enthält keinen Grund, warum es unmöglich seyn sollte. Eben so läugnet er beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder

Sei-

Seiten, und meint, man dürfe nur die äußere Seite mit dem Conduktor der Maschine verbinden, gerade als ob dieß nicht auch eine Verbindung beyder Seiten wäre. In seinem Versuche nämlich ist der Conduktor mit der innern Seite durch ein Vacuum verbunden, welches so gut als ein Leiter ist.

Nach Einigen, und vornämlich nach Wilson, ist die wirkende Hauptursache bey allen elektrischen Operationen nichts anders, als der Aether, welcher in allen Körpern mehr oder weniger dicht ist, nach dem Verhältnisse der Weite ihrer Zwischenräumchen und Oeffnungen, außer daß derselbe in schwefelichten und fettigen Körpern weit dichter ist. Diesem Aether schreibt man die Haupterscheinungen des Anziehens und Zurückstoßens zu, da man hingegen das Licht, den Geruch und andere in die Sinne fallende Eigenschaften der elektrischen Flüssigkeit den gröbern Theilen der Körper, welche aus denselben durch das mächtige Wirken des Aethers herausgetrieben werden, beyzumessen pflegt. Verschiedene Erscheinungen der Elektricität versuchte man auch durch eine gewisse auf der Oberfläche aller Körper befindliche subtile Zwischenmaterie zu erklären, welche die Ursache der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen ist, und zugleich dem Ein- und Austritte dieses Aethers widersteht. Diese Zwischenmaterie, sagt man, erstreckt sich bis zu einer kleinen Entfernung vom Körper, und ist von einerley Beschaffenheit mit der elektrischen Flüssigkeit. Auf der Oberfläche der elektrischen Körper hingegen ist sie dicht, und widersteht demselben. Diese Zwischenmaterie wird durch Hitze verdünnt, welche Nichtleiter in Leiter verwandelt.

Sogleich nach dem leydner Versuche ward D. Watson's Entdeckung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus sich selbst hervorbringe, sondern aus dem Reibzeuge sammle. Dieß änderte die bisherigen Vorstellungen der Physiker von der Erregung der Elektricität, und brachte schon Watson'n selbst auf den Begriff von Plus- und Minus-Elektricität, oder davon, daß die den Funken ziehende Person aus der Kugel eben das erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, daher vor dem Ziehen des Funkens die Kugel mehr, und das isolirte Reibzeug weniger Elektricität als sonst gehabt haben müsse. Watson hat seine Abhandlungen hierüber schon zu Anfange des Jahrs 1747 in den philosoph. Transact. Vol. XLIV. und XLV. bekannt gemacht.

Indessen hatte Franklin zu Philadelphia eben dasselbe bemerkt. Wenn zwey Personen auf Wachs standen, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus zog, so waren beyde elektrisirt, und gaben sich unter einander selbst einen stärkern Funken, als wenn jede von einer dritten berührt ward. Er schloß daraus, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß also vor dem hergestellten Gleichgewichte die eine mehr, die andere weniger gehabt habe. Dieß gab ihm Anlaß, die Elektricität der einen die positive, die der andern die negative zu nennen, und darüber folgende Sätze anzunehmen.

Es ist durch alle Körper eine subtile Materie verbreitet, von welcher alle elektrische Erscheinungen abhangen.

Diese elektrische Materie ist ein expansibles Fluidum, oder eine solche, deren Theile einander zurückstoßen.

Das elektrische Fluidum wird von den Theilen anderer Körper angezogen und kann dadurch in den Zustand gebracht werden, daß es aufhört, expansibel zu seyn.

Jeder Körper kann aber durch seine Anziehungskraft zur elektrischen Materie nur eine gewisse Menge davon enthalten, wenn ihre expansive Kraft darin im Zustande des Gleichgewichts seyn, und wenn er keine elektrische Erscheinungen äußern soll. Diesen Zustand kann man die Sättigung des Körpers mit elektrischer Materie nennen; man nennt ihn auch den natürlichen Zustand der Elektricität eines Körpers.

Wenn ein Körper eine größere Quantität des elektrischen Fluidums erhält, als sein natürlicher Zustand erfordert, so wird er positiv elektrisirt, oder erlangt Plus-Elektricität.

Wenn ihm hingegen von der Quantität der elektrischen Flüssigkeit, die seinem natürlichen Zustande angemessen ist, etwas entzogen wird, so wird er negativ elektrisirt, oder erlangt Minus-Elektricität.

Alle nicht isolirt leitende Körper sind im natürlichen Zustande der Elektricität.

Der positive oder negative Zustand der Elektricität kann nur isolirten Körpern zukommen.

Das elektrische Fluidum kann aus einem Körper in den andern nur dann übergehen, wenn das elektrische Gleichgewicht gehoben ist, und kein Widerstand eines Nichtleiters den Uebergang hindert.

Ein Körper, aus welchem das elektrische Fluidum in einen andern übergehen soll, muß in Beziehung auf diesen Plus-Elektricität haben.

Aller positive oder negative elektrische Zustand der Körper entsteht entweder durch Uebergang oder Vertheilung des elektrischen Fluidums.

Uebrigens hat Franklin selbst von seiner Theorie nie anders als mit Mißtrauen gesprochen. Seine Verdienste gründen sich auch nicht sowohl auf diese seine Theorie, als vielmehr auf die wohlgeordneten Vorstellungen, welche er durch dieselbe seinen Nachfolgern verschafft hat, und auf seine übrigen Entdeckungen und wichtigen Anwendungen derselben. Er selbst führt an, es sey der Menschheit mehr an der Kenntniß der Gesetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Ursachen gelegen. Es sey sehr nützlich, zu wissen, daß das Porzellan ohne Stütze herabfalle und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, sey ein Gegenstand der bloßen Speculation. Es ist ein Vergnügen, das zu wissen, setzt er hinzu, aber wir können auch unser Porzellan ohne dieses bewahren.

Die Herren Wilke und Aepinus haben vorzüglich dem Franklin'schen Systeme ein großes Ansehen verschafft, indem sie dasselbe in eine bessere Ordnung gebracht, und einen richtigern Begriff von den elektrischen Wirkungskreisen, als Franklin noch hatte, gegeben haben. Ueberhaupt legten sie die ersten Gründe zu den neuern Erweiterungen der Lehre von der Elektricität, und besonders von der Vertheilung derselben, welche mehrentheils nur auf deutlichere Entwickelung der in ihren Schriften schon enthaltenen Erfindungen und Sätze hinauslaufen. Wilke ist zwar nachher mehr auf die Meynung des Hrn. Symmers von zwey verschiedenen elektrischen Materien

terien übergetreten, anfänglich aber hat er doch Franklin's System mit vieler Stärke vertheidigt.

Die vorzüglichsten bekannten Erscheinungen lassen sich nach Franklin's Theorie auf diese Art erklären: Wenn die Glasröhre gerieben wird, so wird dadurch dem Reibzeuge die elektrische Materie entzogen, und wegen der nicht leitenden Eigenschaft des Glases auf der Oberfläche desselben angehäuft. Ist nun das Reibzeug isolirt, so kann es seinen Mangel an elektrischer Materie nicht wieder ersetzen, folglich ist es negativ elektrisirt. In den Fällen, wo der Körper negativ elektrisirt wird, giebt dieser von seiner elektrischen Materie her, und dieß erhält das Reibzeug, daß folglich in diesem Falle das Reibzeug, wenn es isolirt ist, positive Elektricität zeigt, während der geriebene Körper negative hat. Ist das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, und kann die von demselben ins Glas übergegangene elektrische Materie wieder ersetzt werden, so bleibt auch beständig das Reibzeug im natürlichen Zustande, und kann daher immer neue elektrische Materie in das Glas überführen, wenn diese abgeleitet wird.

Ein jeder elektrisirter Körper hat einen größern oder geringern Wirkungskreis, in welchem sich das elektrische Anziehen und Abstoßen äußert. Der negativ elektrisirte Körper hat eben so gut einen elektrischen Wirkungskreis, als der positiv elektrisirte. Dieser entsteht nach Franklin's System allein durch die Vertheilung der natürlichen elektrischen Materie der Luft. Wird nämlich ein Körper positiv elektrisirt, so wird die zurückstoßende Kraft der auf ihm angehäuften elektrischen Materie auch auf die natürliche elektrische Materie der Luft wirksam, und stört diese in ihrem

Gleich-

Gleichgewichte, so daß sie nun selbst Zurückstoßungskraft in ihren Theilen, und Anziehungskraft gegen andere Materien um den elektrisirten Körper herum zeigt. Die Luft selbst erhält hiebey als ein Nichtleiter keine elektrische Materie durch Mittheilung von dem elektrisirten Körper, als in so fern sie leitende Substanz enthält. Wird im Gegentheil der Körper negativ elektrisirt, so wird ebenfalls der natürliche Zustand der Elektricität der Luft gehoben, ihre natürliche elektrische Materie strebt, in den Körpern einzudringen, oder wird von dem Körper angezogen, ohne sich jedoch, wegen der nicht leitenden Eigenschaft der Luft, ihm mittheilen zu können. Weil also dieß Bestreben der elektrischen Materie der Luft gegen den negativ elektrisirten Körper offenbar eine thätige Kraft beweißt, so muß sie auch nothwendig dieselbe elektrische Materie aus andern benachbarten Körpern anziehen.

Wenn ein isolirter leitender Körper dem positiv elektrisirten Körper nahe gebracht wird, so daß er in seinen Wirkungskreis kommt, so sucht sich die abstoßende Kraft der wirksam gewordenen elektrischen Materie der Luft in diesem Wirkungskreise auf die natürliche elektrische Materie gleichförmig zu verbreiten, ohne jedoch wegen der nicht leitenden Eigenschaft der Luft in den Leiter übergehen zu können. Es wird also die natürliche elektrische Materie des Leiters aus dem Gleichgewicht gebracht, und sie häuft sich folglich in dem entfernten Ende des Leiters mehr an, während in dem genäherten Ende ihre natürliche Menge vermindert ist. Wäre hingegen der Körper negativ elektrisirt, so strebt die natürliche elektrische Materie des isolirten Leiters diejenige elektrische Materie der Luft, welche ein Bestreben gegen den negativ elektrisirten

Kör-

Körper hat, zu ersetzen; daher wird auch die natürliche elektrische Materie des isolirten Leiters aus dem Gleichgewichte gebracht, und häuft sich folglich in dem genäherten Ende des Leiters an, wird also hier positiv und im entgegengesetzten Ende negativ elektrisirt.

Das Anziehen und Abstoßen leicht beweglicher leitender Körper wird nach dem Franklin'schen Systeme so erklärt. Nimmt man z. B. zwey Korkkügelchen positiv elektrisirt an, so fliehen sie einander, weil sie ihren Ueberfluß an elektrischer Materie an die umgebende Luft abzusetzen streben. Eine einzige auf diese Weise elektrisirte Korkkugel würde dieß nach allen Seiten hin gleichförmig thun; folglich muß sie ruhen. Bey zwey oder mehreren sich berührenden aber muß jenes Bestreben nach der äußern Seite hin stärker seyn, als nach der andern, und sie scheinen also einander abzustoßen. Gesetzt auch, die Korkkügelchen wären negativ elektrisirt, so suchen sie ihren Mangel an elektrischer Materie aus der Luft zu ersetzen, und scheinen sich abzustoßen, weil auch hier die elektrische Materie der umgebenden Luft durchs Anziehen auf ihrer äußern Seite stärker wirkt. Bey zwey ungleichartig elektrisirten isolirten leicht beweglichen leitenden Körpern, welche einander genähert werden, muß das Streben nach der innern Seite zu stärker als nach der äußern Seite der Wirkungskreise seyn, und sie müssen sich also nähern. Auch läßt sich hieraus das wechselseitige Anziehen und Zurückstoßen eines leicht beweglichen isolirten Leiters zwischen einem elektrisirten und unelektrisirten Körper sehr leicht begreifen.

Was aber dem Franklin'schen System den meisten Glanz gab, war die schöne Erklärung des Leydner Versuchs, der dadurch in einem über alle Erwartung

tung deutlichen Lichte erschien. Franklin behauptete nämlich, das Glas sey undurchdringlich für die elektrische Materie selbst, nicht aber für die Wirkungen ihres Anziehens und Abstoßens. Wenn nämlich die innere Belegung der Flasche positiv elektrisirt wird, so verursacht die an der innern Fläche des Glases angehäufte elektrische Materie vermittelst ihrer zurückstoßenden Kraft eine elektrische Atmosphäre im Glase, und die natürliche elektrische Materie der äußern Belegung wird abgestoßen. Ist nun die äußere Belegung mit Leitern umgeben, so wird diese abgestoßene elektrische Materie fortgeführt, mithin kann die der innern Belegung mitgetheilte Elektricität daselbst angehäuft, und die Flasche geladen werden. So viel elektrische Materie der innern Belegung zugeführt wird, so viel wird dadurch in der äußern Belegung zurückgestoßen. So viel Ueberfluß an elektrischer Materie also die innere Belegung erhält, eben so groß wird der Mangel derselben an der äußern Belegung. Daraus folgt, daß die äußere Belegung negativ elektrisirt seyn muß, wenn die innere positiv ist, wie es auch die Erfahrung bestätigt. Wäre dagegen die Flasche isolirt, so kann alsdann die äußere von der innern durch Mittheilung gehäuften elektrischen Materie zurückgestoßene nicht abgeführt werden, mithin wirkt die äußere elektrische Materie durch ihre eigene Zurückstoßungskraft auf die der innern Belegung mitgetheilte elektrische Materie zurück, hindert also ihre Anhäufung daselbst, und die Flasche kann nicht geladen werden. Wenn die innere Belegung der Flasche negativ elektrisirt wird, so wird ihr dadurch elektrische Materie entzogen. Das elektrische Fluidum der äußern Belegung will durch die zurückstoßende Kraft diesen Mangel ersetzen, wodurch die äußere Belegung

fähig

fähig wird, aus den benachbarten leitenden Körpern so viel elektrische Materie anzuziehen, als die innere Belegung verliert. In diesem Falle wird also die äußere Belegung positiv elektrisirt. Wäre die äußere Belegung isolirt, so kann nun die Flasche nicht geladen werden, weil die verstärkte Anziehung der äußern Belegung gegen die elektrische Materie die Entziehung derselben von der innern hindert.

Ist also die leydner Flasche geladen, und wird die innere Belegung mit der äußern in Verbindung gebracht, so geht der Ueberfluß der elektrischen Materie in der positiven Seite auf die negative über, und der natürliche Zustand beyder Belegungen wird wieder hergestellt. Muß alsdann dieser elektrische Strom die Luft durchbrechen, oder durch einen andern Nichtleiter gehen, welcher ihm Widerstand genug entgegen setzen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht fassen, so entsteht eine Explosion.

Der Einfluß der Spitzen beym Ein- und Ausströmen der elektrischen Flüssigkeit ist bey keiner einzigen Hypothese auf eine recht deutliche Art erklärt worden. Franklin suchte die Wirkung zugespitzter Körper aus der Anziehung gegen die elektrische Materie herzuleiten. Diese, sagt er, sey desto stärker, je größer die Oberfläche ist, welche einem Theile der elektrischen Atmosphäre zur Basis dient. Bey einem zugespitzten Körper ist die Basis sehr gering, mithin wirkt die elektrische Anziehung des elektrisirten Körpers gegen die Spitze sehr schwach, und das elektrische Ein- und Ausströmen ist daselbst weit schwächer, als da, wo die Basis eine breite Fläche darstellt. Franklin gesteht aber selbst, daß er mit dieser Erklärung nicht vollkommen zufrieden sey.

Man

Man hat dem Franklin'schen Systeme vorzüglich entgegengestellt, daß noch kein einziger Versuch entscheidend dargethan hätte, welche Elektricität positiv, und welche negativ sey. Selbst Wilke führt dieses an. Da dieser aber doch annimmt, daß dasjenige, was man positiv nennt, wirklich also sey, und daß glattes Glas z. B., welches über Schwefel gerieben wird, das elektrische Fluidum daraus anziehe, so suchte er dieß aus eben den Grundsätzen zu erklären, nach welchen Wasser auf rauhen Oberflächen tropfenweise zu stehen, auf glatten sich hingegen überall zu verbreiten pflegt. Er wollte behaupten, daß die elektrische Materie von der glatten Oberfläche des Glases stärker angezogen werde, und sich daher über derselben verbreite, da es sich hingegen von den elektrischen Körpern, deren Oberflächen rauher sind, zurückziehe.

Uebrigens unterscheidet Wilke drey Ursachen der Erregung der Elektricität: das Erwärmen, Schmelzen und Reiben der Körper, und warnt, die freywillige Elektricität mit der mitgetheilten zu verwechseln. Durch jene versteht er diejenige, welche der Erfolg des Aneinanderbringens, oder des gegenseitigen Wirkens zweyer Körper ist, vermöge dessen der eine positiv und der andere negativ elektrisirt wird; da hingegen mitgetheilte Elektricität diejenige ist, welche einem Körper oder einem Theile eines Körpers, er möge elektrisch oder unelektrisch seyn, beygebracht oder ertheilt wird, ohne daß derselbe vorher warm gemacht, geschmolzen oder gerieben worden wäre, oder ohne ein gegenseitiges Wirken zwischen ihm und irgend einem andern Körper. Diesen Unterschied bestimmte Wilke genauer, als es vorher geschehen war, und führt verschiedene Fälle an, wo diese Elektricitäten öfters mit einander verwechselt werden.

Beccaria nimmt zwar auch die Theorie der positiven und negativen Elektricität an, erklärt aber einige elektrische Erscheinungen anders, als die übrigen Anhänger dieses Lehrgebäudes. Er behauptet, daß elektrisirte Körper bloß in dem Augenblicke, da sie das elektrische Fluidum entweder von sich lassen oder annehmen, sich gegen einander bewegen, und daß diese Wirkung daher entstehe, weil die elektrische Materie, indem sie hindurchgeht, einen luftleeren Raum verursacht, und weil nachher die benachbarte Luft zusammenfällt und solchergestalt die Körper an einander stößt. Dieser luftleere Raum, sagt er, ist bey starken Donnerschlägen sehr merklich, weil Thiere getödtet worden sind, ohne von dem Blitze berührt worden zu seyn, indem plötzlich um sie herum ein luftleerer Raum entsteht, und die Luft, um diesen Raum auszufüllen, aus ihrer Lunge herausgeht, welche letztere dadurch leer wird; da hingegen die Lunge von Personen, welche eigentlich durch den Blitz getödtet werden, aufgetrieben befunden wird.

Zur Bestätigung dieser Lehrmeynung sagt er: die Elektricität ertheile den Körpern um so viel weniger Bewegung, je mehr man ihnen die Luft entzogen hat, und es sey gar nicht möglich, sie im luftleeren Raume in Bewegung zu setzen; auch sey an einem Barometer, in welchem sich eine völlige Luftleere befinde, kein elektrisches Licht wahrzunehmen. Hieraus folgert er, daß elektrisches Licht bloß vermittelst gewisser zitternder Bewegungen, welche es in der Luft erregt, sichtbar werde.

Um das Sammlen oder Zerstreuen der Elektricität durch Spitzen zu erklären sagt er: die Erfahrung beweise, daß das elektrische Fluidum sich in den klein-

sten Körpern mit der größten Heftigkeit bewege. Alle elektrische Erscheinungen werden demnach an den Spitzen der Körper am merklichsten seyn, und mithin werden sie daselbst am geschwindesten zerstreuet.

Der Franklin'schen Theorie steht eine andere entgegen, welche Robert Symmer aufgestellt hat, und die anfänglich keinen sonderlichen Beyfall fand. Nach dieser Theorie giebt es zwey verschiedene elektrische Materien, wovon die eine, wenn sie einzeln thätig ist, den positiven, die andere aber den negativen Zustand Franklin's zuwege bringt. Es rührt daher dieser letzte Zustand ebenfalls von einem positiven Werthe her. Diese beyden verschiedenen Materien ziehen sich unter einander an, und bey ihrer Vereinigung in einem Körper heben sie sich in ihren Wirkungen gegen einander auf, so daß sie sich in diesem Zustande gleichsam binden, und alle sensible Elektricität zernichten. Hieraus sieht man, daß nach diesem dualistischen Systeme eine jede der entgegengesetzten elektrischen Materien nur einzeln für sich eine expansible flüssige Materie ist, daß sie es aber in ihrer Verbindung nicht mehr sind. Im natürlichen Zustande hat ein jeder Körper, wann er kein Zeichen der Elektricität von sich giebt, beyde elektrische Materien unter sich verbunden, und zwar so, daß sie sich gegen einander aufheben. Wird dieß Gleichgewicht der beyden elektrischen Materien auf irgend eine Art aufgehoben, so wird nun der Körper elektrisirt. Er wird positiv elektrisirt, wenn ihm die freye positive elektrische Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von seiner negativen elektrischen Materie entzogen wird. Dagegen erhält er die negative Elektricität, wenn ihm freye negative elektrische Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von seiner natürlichen positiven elektrischen Materie entzogen wird.

Nach

Nach diesem System lassen sich die vorzüglichsten elektrischen Erscheinungen folgender Maaßen erklären. Durch das Reiben des Glases am Reibzeuge wird die positive elektrische Materie des letztern frey; das Glas führt wegen seiner nicht leitenden Eigenschaft diese elektrische Materie nicht gleich durch seine Substanzen weiter, und zeigt nun positive Elektricität; die negative Elektricität des Reibzeugs bindet jene positive nicht mehr ganz, und wenn es isolirt ist, so kann diese positive elektrische Materie in ihm nicht ersetzt werden, und seine negative elektrische Materie ist daher ebenfalls frey. Mithin zeigt nun das Reibzeug negative Elektricität, während das Glas positive hat. Eben so ist es auch in andern Fällen, wenn der reibende elektrische Körper negative elektrische Materie aus dem Reibzeuge los macht, dann hat dieses positive Elektricität. Wenn aber das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden ist, so zieht es immer wieder so viel positive elektrische Materie an, daß seine negative nicht frey bleibt, und es kann daher immer neue positive elektrische Materie an das reibende Glas abgeben, wenn diese weiter abgeführt wird.

Was die Ladung und Entladung der leydner Flasche betrifft, so läßt sich die Erklärung nach diesem Systeme ebenfalls leicht geben. Wird nämlich die innere Belegung durch Mittheilung elektrisirt, z. B. positiv, so stößt die dem Glase zugeführte Elektricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und bindet die ungleichnamige, oder die negative Elektricität. Ist die äußere Belegung isolirt, so kann sie ihre zurückgestoßene positive elektrische Materie nicht fahren lassen, und ihre negative wird nicht frey, folglich kann auch die innere Belegung keine positive elektrische Materie er-

halten, und die Flasche kann also nicht geladen werden. Berührt man aber die äußere isolirte Belegung, während der innern positive elektrische Materie zugeführt wird, mit dem Finger, so erhält man einen Funken, indem nun die abgestoßene positive elektrische Materie sich mit der negativen aus dem Finger sättigen kann. Ist die äußere Belegung nicht isolirt, so kann diese positive elektrische Materie stets abgeführt und die Flasche völlig geladen werden. Die geladene Flasche zeigt nun, wenn sie völlig isolirt ist, bey der Berührung ihrer einzelnen Belegung keine Funken, weil die positive elektrische Materie der einen Seite durch das Glas hindurch hindert, daß die negative elektrische Materie der andern Seite sich mit neuer positiver elektrischer Materie aus dem berührenden Leiter sättigen kann, und auch die negative elektrische Materie der einen Seite nicht zuläßt, daß die positive elektrische Materie der andern Seite sich mit frischer negativer Elektricität sättige. Bringt man aber beyde Belegungen in eine leitende Verbindung, so fällt diese Ursache weg, und beyde entgegengesetzte Elektricitäten sättigen sich nun durch wirklichen Uebergang, da sie sich vorher nur banden, und es entsteht der Erschütterungsfunken.

Seitdem Wilke in den Jahren 1762 und 1763 seine elektrischen Versuche mit den Spitzen erweitert und vervielfältigt hat, schien er sich mehr auf Symmer's Theorie zu neigen. Da er nämlich überzeugt wurde, daß alle Spitzen, sie mögen positiv oder negativ elektrisirt seyn, elektrische Materie ausblasen, so bemerkte er, daß wir noch keine Theorie der elektrischen Wirkungen hätten, welche nicht gegen irgend eine gemachte Beobachtung anstoße,

oder

oder sehr große Verbesserungen nöthig habe. Franklin's Hypothese sey unläugbar die am besten ausgearbeitete Hypothese von den entgegengesetzten Elektricitäten; aber sie habe doch bey negativen Zurückstoßungen und Spitzen eine schwache Seite. Nollet's sinnreiche Gedanken von einer zugleich aus- und einfließenden Materie schickten sich besser zu diesen und andern Versuchen; aber die Wirkungen der entgegengesetzten Elektricitäten ließen sich nicht alle daraus erklären, daher sie auch öftern Zweifeln ausgesetzt seyen. Symmer habe unlängst du Fay's und die ältere Meynung von verschiedenen Materien vorgetragen; aber die Gründe, die er anführe, seyen nicht entscheidend, und ließen sich bequem bey den übrigen Theorien, besonders der Franklin'schen, anbringen. Sein Gedanke, den er hiebey äußert, ist dieser: Könnten nicht die entgegengesetzten Elektricitäten von verschiedenen Materien herrühren, welche jede für sich die Eigenschaften haben, die wir der elektrischen Materie zuschreiben, daß sie von den Körpern angezogen werden, ihre Theile sich aber unter einander selbst zurückstoßen? Diese Materien ziehen einander an, und machen vereinigt das Wesen in den Körpern aus, das für sich selbst nicht eher wieder als Elektricität würkt, als bis es wieder in seine Theile und seinen Grundstoff aufgelößt wird. Nachher hat sich Wilke noch mehr für die Symmer'sche Theorie erklärt.

Auch Torbern Bergmann fand Schwierigkeiten bey den Spitzen nach Franklin's Theorie. Diese sonst auf die meisten Erfahrungen so wohl passende Hypothese, sagt er, könne mit den Wirkungen der negativen Spitzen nicht bestehen, weil diese sowohl als die positiven merklich blasen, ja oft so

 stark,

stark, daß Lichter dadurch ausgelöscht werden, Vertiefungen in flüssigen Materien entstehen, die man ihnen aussetze, und aufgestrichener Urinphosphor Dämpfe, wie lange Kometenschweife, von sich schickt, mehr beschwerliche Umstände bey dieser Hypothese zu verschweigen. Daher müsse man sie wohl fahren lassen.

Was wir für einfach hielten, sey oft in der Natur sehr künstlich, und im Gegentheil dasjenige, was uns künstlich vorkomme, sehr einfach. Ihre Mittel kämen uns deßwegen sehr weitläuftig vor, weil wir die Beschaffenheit der ersten Triebfedern nicht kennten, deren rechte Art zu wirken ohne Zweifel auch den Naturforschern immer viel unbegreiflicher vorkommen werde, als die transcendentalischen Größen in der Geometrie.

Aus den bisher bekannten Erfahrungen scheinen sich folgende Sätze zuverlässig schließen zu lassen:

1. Es sind in der That zweyerley Elektricitäten vorhanden, wovon jede für sich gleiche Wirkungen zeigt, aber sie sind ihrer Natur nach einander so entgegengesetzt, daß eine die andere aufhebt.

2. Jede dieser beyden Elektricitäten besteht in dem Ueberflusse einer gewissen Materie, welche die Wirkungen verursacht, die wir Elektricität nennen. Diese Materien sind so beschaffen, daß eine der andern Wirksamkeit dämpft. Daher heißt die eine positiv und die andere negativ. Wie sie eigentlich in ihrer innern Natur verschieden sind, das ist wohl noch ein unausgemachtes Geheimniß, doch scheinen Wilke's eben angeführte Gedanken der Wahrheit näher, als einige andere, zu kommen. Den ganzen Zusammenhang stellt sich Bergmann folgender Maaßen

ßen vor. Beyde Materien ziehen einander, bis jedes Theilchen so viel in sich genommen hat, daß es gleichsam davon gesättigt wird; daraus entstehe endlich eine zusammengesetzte unwirksame Materie, die nicht viel anders sey, als ein Auflösungsmittel mit aufgelößten Theilchen gesättigt, und so gleichsam ohnmächtig werde und nichts thue, wenn etwas mehr von eben der Art dazu kommt, sondern alles still und unverändert bleibe. Wenn ein Körper von dieser gesättigten und unwirksamen Materie so viel enthalte, als er seiner Natur nach in sich nehmen und behalten könne, bis sie mit Gewalt von ihm abgesondert werde, so nenne er diesen seinen Zustand natürlich. Befinden sich aber mehr positive Theile darin, als die negativen zu sättigen nöthig sind, so heiße sein Zustand positiv; wenn aber die negativen in größerer Menge vorhanden sind, negativ. Ueberall also, wo eine Materie vermehrt oder vermindert werde, oder wo eine mehr zu- oder abnehme als die andere, entstehe Elektricität von einer oder der andern Art.

Achtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus.

Versuche und Beobachtungen.

So glückliche und bewundernswürdige Fortschritte die Lehre der Elektricität in diesem Zeitraume gemacht hatte, eben so eifrig wurde auch die Lehre vom Magnetismus bearbeitet. Musschenbroek hatte die im vorhergehenden Zeitraume ange-

führten Erfahrungen und Beobachtungen in einer eigenen Dissertation [d]) gesammlet, und sie mit andern vermehrt. Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen werde, näherte ihn Musschenbroek einer mit dem Magnet bestrichenen und so frey als möglich aufgehangenen Nadel, und bemerkte, ob sie dadurch bewegt werde. Auf diese Weise fand er, daß alle Körper, welche nur irgend einigen Antheil von Eisen, selbst im aufgelößten Zustande, enthalten, vom Magnet angezogen werden. Lemery und Andere hatten behauptet, daß der Magnet das Eisenvitriol nicht ziehe. Allein schon Musschenbroek bemerkt, daß er zwar keine Bewegung an einer kleinen, aber doch eine geringe an einer großen magnetisirten Nadel wahrgenommen habe.

Ueber die Kraft, mit welcher der Magnet das Eisen zieht, hat Musschenbroek [e]) eine ziemliche Reihe von Versuchen angestellt. Sie ist nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Gestalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetischen und unmagnetischen Zustande desselben, und nach der Entfernung verschieden. Weiches und reines Eisen wird am stärksten gezogen; schwächer Stahl, hartes Eisen und Eisenerze, noch schwächer die Auflösungen des Eisens in Säuren. Die Anziehung nimmt desto mehr ab, je mehr das Eisen dephlogistisirt (verkalkt) ist, und ganz vollkommener Eisenkalk wird nicht mehr gezogen. Musschenbroek hieng an eine Wagschaale einen cylindrischen 2 Zoll langen Magnet, der 16 Drachmen wog, stellte einen eisern

d) Diss. physica experim. de magnete In s. Diss. phys. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4.

e) Ibid. et introd. ad philos. natur. §. 955. sqq.

eisernen Cylinder von gleicher Größe auf den Tisch darunter, und bestimmte die Stärke der Anziehung durch Gegengewichte auf der andern Wagschaale. Die Resultate waren folgende:

Entfernung in Zollen 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0

Anziehung in Granen 3, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, 6, 9, 18, 57

Ein sphärischer Magnet von gleichem Durchmesser, der aber etwas stärker zog, gab für die vorigen Entfernungen folgende Resultate:

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340

und, wenn man statt des eisernen Cylinders eine Kugel von gleicher Größe mit dem Magnet nahm

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Nach Daniel Bernoulli sollte sich die Kraft eines Magnets wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate seines Gewichts verhalten. Erxleben [f]) bemerkt, Mayer habe 1760 der königl. Societät der Wissensch. zu Göttingen eine Abhandlung vorgelesen, worin er sich bemüht, die Kraft, womit der Magnet auf andere magnetische Körper wirkt, aus der Erfahrung auszufinden. Er betrachtet einen geraden, allerwärts gleich dicken Magnet; den Punkt, welcher zwischen beyden Polen in der Mitte liegt, nennt er den Mittelpunkt desselben. Jedes einzelne Theilchen des Magnets hat eine Kraft, auf jeden Theil eines andern ähnlichen Magnets zu wirken, und diese Kraft verhält sich genau wie die Weite jedes Theilchens von dem Mittelpunkte des Magnets, zu welchem es gehört. Ueberdieß aber richtet sich die Kraft, womit ein jedes Theilchen des einen Magnets auf ein Theilchen des andern wirkt, nach der Entfernung der Theile, und verhält sich umgekehrt

f) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 568.

gekehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Nach diesen beyden Gesetzen bestimmt Mayer durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen die Kraft, womit alle Theile zweyer Magnete in verschiedenen Entfernungen einander anziehen und zurückstoßen, und findet zwischen seiner Rechnung und den Erfahrungen die vollkommenste Uebereinstimmung. Er berechnet ebenfalls sehr glücklich die Richtung der Magnetnadel für jede Stelle, die man ihr in der Nähe eines Magnets geben kann, wie auch die Gestalten, in welche sich der Eisenfeilstaub um einen Magnet anlegt. Diese sind nichts anders, als eine Art Kettenlinien, und folglich gar keine Anzeige eines Wirbels der magnetischen Materie.

Wolf hatte bereits bemerkt, daß, wenn ein Eisenstab nur in den Wirkungskreis eines Magneten gebracht ward, derselbe wirkliche Polarität erhalte. Er war aber der irrigen Meynung, daß die Atmosphäre in einer wirklichen magnetischen Materie bestehe, welche sich bey jedem Magnete bis auf eine gewisse Entfernung erstrecke. Wenn daher der Eisenstab in diese gebracht werde, so theile sich die magnetische Materie dem Eisen mit, wodurch es selbst magnetisch werde. Allein Aepinus [g]) verstand weit richtiger unter dem magnetischen Wirkungskreise bloß den Raum, durch welchen der Pol eines Magnets auf Eisen oder andere Magnete wirkt. Das Hauptgesetz dieser Wirkung ist nach ihm, wie bey der Electricität, folgendes: Jeder magnetische Pol sucht in demjenigen Eisen, oder den eisenhaltigen Körpern, welche in seinen Wirkungskreis kommen, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus hervorzubringen. Er war

g) Tentamen theor. electric. et magnetis. Petrop. 1759. 4.

war daher der Meynung, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, oder keine Anziehung des Eisens gebe, bey der man nicht zugleich Pole bemerke.

Auch hatte Derham wahrgenommen, daß die beyden Enden eines Eisenstabes, welcher mit dem Pole eines Magneten gestrichen ward, bisweilen von einem Pole des Magneten angezogen und von dem andern abgestoßen wurden, in welchem Falle der zurückstoßende Pol den anziehenden Theil jederzeit nahe beym Mittelpunkte fand (Th. IV. S. 498.). Auf welche Art dieser Erfolg statt finde, zeigte Hamberger h), und nannte diese Erscheinung die Partialität der Magnetnadel. Diese wird nämlich nach ihm auf folgende Art erhalten: Wenn man mit dem einen Pole (fig. 10.) von a gegen c hin streicht, und ihn alsdann abhebt, so, sagt Hamberger, werden beyde Enden der Nadel ab von dem einen Pole des Magneten angezogen, von dem andern Pole aber zurückgestoßen. Wird der Theil ac mit dem Südpole des Magneten von a bis c gestrichen, so haben beyde Enden a und b die nördliche Polarität erhalten, und gegen die Mitte c in dem gestrichenen Theile ac liegt der Südpol. Demnach hat man einen künstlichen Magnet mit drey Polen bey a, b, c, oder eine Nadel, an welcher beyde Enden einerley Polarität zeigen.

Brugmanns i) untersuchte dieß Phänomen noch genauer. Wenn er den Eisenstab ab mit dem Nordpole des Magneten auf a aufsetzte, so erhielt in diesem Augenblicke a südliche Polarität, b hingegen nördl-

h) Elementa physices. §. 396. 397.

i) Tentam. philosoph. de materia magnetica ejusque actione in ferrum et magnetem. Franequ. 1765. 4.

nördliche; strich er mit dem Pole des Magnets von a gegen b fort, so ward der südliche Pol bey a immer schwächer, bis er an n kam, wo er = o ward; dagegen ward der nördliche Pol bey b immer stärker, bis er an c kam, wo er seine größte Stärke erreichte. Setzte er nun das Streichen weiter fort, so kam er an einen Punkt m, wobey der Nordpol an b, dessen Stärke bis dahin wieder abgenommen hatte, nunmehr = o ward. Strich er bis ans Ende b, so erhielt b die südliche Polarität, und a wurde nördlich. Brugmanns fand, daß sich dieses bey allen Eisen- und Stahlstäbchen oder Drath äußerte, nur hatten die beyden Punkte n und m bey verschiedenen Dicken und Längen, auch bey verschiedener Härte des Eisens und Stahls und Stärke des Magnets, andere Lagen. Die beyden Punkte n und m, bey welchen a und b gar keine Polarität zeigten, nannte Brugmanns die Indifferenzpunkte.

Die nämlichen Wirkungen fanden statt, wenn er mit dem Südpole des Magneten den Eisenstab von a nach b strich, nur mit Verwechselung der Polaritäten. Daher fand das allgemeine Gesetz statt: beym Streichen der Eisen- oder Stahlstäbe mit dem Nord- oder Südpole des Magnets entsteht allemal da, wo man zu streichen aufhört, die südliche oder nördliche Polarität; in einiger Entfernung davon aber fängt die nördliche oder südliche Polarität an.

Die wichtigsten Entdeckungen, welche in diesem Zeitraume in der Lehre des Magnetismus gemacht worden sind, betreffen die ursprüngliche Erregung und große Verstärkung der Kraft in den künstlichen Magneten. In Ansehung der Erregung des Magnetismus in Eisen- oder Stahlstäbchen haben nach dem

Herrn

Herrn von Reaumür vorzüglich die Herren du Fay, Savery, Marcel, Knight, Mitchell und Canton, Antheaulme und Trullard weitere Untersuchungen angestellt, und dadurch Mittel gefunden, die stärksten künstlichen Magneten, ohne den Gebrauch eines natürlichen Magnets, zu Stande zu bringen.

Es war bekannt, daß ein unmagnetisirter Eisenstab in manchen Lagen magnetische Kraft, in andern aber keine erlange. Indessen war man noch nicht genau belehrt, unter welchen Umständen der Stab magnetisirt werde, und unter welchen nicht. Daher unternahm es du Fay [k]), nähere Beobachtungen hierüber anzustellen. Wenn man einer auf der Spitze spielenden Magnetnadel ein unmagnetisirtes Eisenstäbchen so nähert, daß es mit der Nadel in horizontaler Lage zwey rechte Winkel macht, so bleibt die Nadel unbeweglich. Erniedrigt man aber das von der Nadel entfernteste Ende des Eisenstäbchens, bis das Eisenstäbchen in eine vertikale Lage kommt, so zieht nun das obere Ende des Stäbchens den Nordpol, und das untere senkrecht in die Höhe gebrachte den Südpol der Nadel. Wenn man das Eisenstäbchen hiernächst umkehrt, so zieht nunmehr das obere Ende, welches vorher den Südpol der Nadel anzog, den Nordpol, und das untere den Südpol der Nadel. Die Veränderung der Pole erfolgte bey der Wiederholung des Versuchs ohne alle Ausnahme und zwar in dem Augenblicke. Hiebey ist noch folgender Umstand merkwürdig: wenn man das untere Ende des Eisenstäbchens erhebt, bis sich die Mitte desselben in der

k) Mémoir. de Paris. an. 1728.

der Horizontalfläche der Nadel befindet, so sieht man den Nordpol der Nadel sich beständig dem Eisenstäbchen nähern; fährt man hierauf mit Erhebung des Eisenstäbchens fort, bis das untere Ende desselben der Nadel gerade gegen über liegt, so bemerkt man, daß sich der Südpol der Nadel längs der ganzen untern Mitte des Stäbchens nähert.

Ueberdieß bemerkte du Fay, daß ein Eisenstab, welcher mit dem untern Ende beym Herabfallen einen Ambos traf, magnetisch wurde [l]).

Wenn ein magnetisirter Eisenstab in eine vertikale Stellung gebracht, und das Ende desselben, welches sich nach Süden richtet, geschlagen wird, so vermehrt sich dadurch seine magnetische Kraft; wird im Gegentheil das andere Ende der Stange geschlagen, so vermindert sich die magnetische Kraft, hört endlich ganz auf, und giebt zuletzt dem andern Ende der Eisenstange eine Richtung, welche der vorigen entgegengesetzt ist, wenn das Schlagen fortgesetzt wird. Du Fay wollte hieraus seine Hypothese beweisen, daß nämlich die magnetische Materie nur in einem einzigen Wirbel sich um den Magneten bewege.

Da bisher die Physiker verschiedene Meynungen hatten, was für eine von folgenden Substanzen, Eisen, gewöhnlicher Stahl oder gehärteter Stahl, sich am besten magnetisiren lasse, so unternahm es du Fay, hierüber genaue Versuche anzustellen. Er ließ sich vier völlig gleiche Blechstreifen von Eisen, Stahl, gehärtetem Stahl und gegossenem Eisen verfertigen, welche alle polirt waren, und magnetisirte sie auf gleiche Art. Er bemerkt, daß sich beym Streichen das Eisen

l) Mémoir. de Paris. an. 1730.

sen am stärksten mit dem Magnet verbinde, der Stahl mehr als der gehärtete Stahl, und das gegossene Eisen am geringsten. Nachdem er sie hiernächst einer Magnetnadel näherte, so wurde der Stahlstreifen am weitesten angezogen, der gehärtete Stahlstreifen weiter als der von gegossenem Eisen, und der Eisenstreifen hatte unter allen die geringste magnetische Kraft.

Du Fay [m]) hat endlich noch die beyden Fragen untersucht: 1. ob in ein und dem nämlichen Magnete der eine Pol beständig mehr anziehende Kraft besitze, als der andere? und 2. ob nicht dieser Pol die größte Last tragen könne?

Du Fay hatte angenommen, daß nur ein einziger Umlauf der magnetischen Materie statt finde, welche nämlich in den Nordpol der Erde, wie in jeden andern Magnet, hineingeht und aus dem Südpole heraustritt, um wieder nach den Nordpole zurückzukehren. Daher nennt er auch dem Nordpol den Pol des Eingangs, und den Südpol den Pol des Ausgangs der magnetischen Materie. Nach Descartes und andern Physikern hat der Nordpol eines Magneten mehr anziehende Kraft, als der Südpol, und zwar aus dem, wie du Fay bemerkt, sehr schwachen Grunde, weil der Nordpol des Magneten dem Nordpole der Erde am nächsten wäre. Daher gab sich du Fay Mühe, durch Erfahrungen auszumachen, ob dieser Grund seine Richtigkeit habe, oder nicht. Er fand aber hiebey große Schwierigkeiten, um diese Sache mit Gewißheit zu entscheiden. Nachdem er, um die genauesten Resultate zu erhalten, alle mögliche Sorgfalt angewandt hatte, und ein und denselben Magnet zweyen auf glei-

m) Mémoir. de Paris. an. 1731.

gleiche Art magnetisirten Nadeln, wovon eine 6 Zoll und die andere 4 Zoll lang war, in gleicher Entfernung näherte, so fand er, daß der Pol des Ausgangs des Magneten das Ende der längern Nadel viel stärker anzog, als der Pol des Eingangs, und daß bey der kürzern Nadel gerade das Gegentheil statt fand. Daß diese Verschiedenheit nicht aus einem Mangel der Einförmigkeit in dem Magneten herrühren konnte, war daraus klar, weil er auf die kleinere Nadel völlig gleichförmig wirkte. Man mußte also den Fehler in der längern Nadel aufsuchen, welches desto gewisser zu seyn schien, da die nämliche Ungleichheit bey verschiedenen andern Magneten statt fand. Hieraus schloß nun du Fay, daß sowohl die beyden Enden einer magnetisirten Nadel, als auch die beyden Pole eines Magneten in der Kraft ihrer besondern Gleichförmigkeit, und ohne Rücksicht ihrer Richtung gegen Nord oder Süd, stärker oder schwächer seyn könnten; daher war es ihm unmöglich, etwas allgemeines und gewisses hierüber festzusetzen.

Du Fay beobachtete, daß man die Pole eines stählernen Stabes auf mancherley Weise umändern könne, nachdem man ihn auf einem Magneten hin und her streiche; das nämliche Ende desselben, welches einmal die stärkste anziehende Kraft angenommen hatte, behielt sie auch beständig, und beynahe in demselben Verhältnisse, es mochte entweder der Nordpol oder der Südpol seyn. Daraus folgerte er, daß es ganz allein von der innern Beschaffenheit des Stabes abhange, ob das eine oder das andere Ende die stärkste anziehende Kraft erhalte.

Was die zweyte Frage betrifft, so war es natürlich zu denken, daß eine größere anziehende Kraft

auch

auch ein größeres Gewicht erhalten könne. Indessen hat du Fay gefunden, daß derjenige Pol, welcher am weitesten zieht, nicht allemal derjenige ist, welcher das größte Gewicht erhalten kann.

Um das Jahr 1730 gab Servington Savery [n]) zuerst Mittel an, die magnetische Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verstärken, und Arnold Marcel [o]) zeigte, wie man Stahl durch bloßes Reiben an Eisen magnetisch machen könne, welche Methode er schon 1726 gekannt zu haben versichert. D. Gowin Knight aber brachte diese Kunst zu einem hohen Grade der Vollkommenheit. Im Jahr 1746 zeigte er der Societät zu London [p]) zwey 15 Zoll lange sehr starke Magnetstäbe, die er ohne Zuthun eines Magnets gemacht hatte, hielt aber das Verfahren geheim. Hierauf machten die Herren Mitchell [q]) und Canton [r]), jeder für sich, glückliche Versuche. Mitchell legte einen kleinen stählernen Stab zwischen zwey größere eiserne nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und strich mit einem dritten eisernen Stabe, den er fast lothrecht, jedoch mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden, hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. So ward der Stahl, wiewohl nur schwach, magnetisch.

n) Magnetical observ. and exper. in Philos. Transact. n. 414. art. I.

o) Philos. Trans. n. 423.

p) Ibid. n. 474. 484.

q) Treatise of artifical magnets. Lond. 1750. 8.

r) Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 31. übers. im Hamb. Magaz. B. VIII. S. 339. f.

tisch. Canton stellte eine eiserne Stange senkrecht, und band am obern Ende einen kleinen stählernen Stab mit einem seidenen Faden fest. In der Hand hielt er einen andern eisernen Stab auch fast senkrecht, und strich mit dem untern Ende desselben den stählernen Stab etwa zehn- bis zwölfmal von unten nach oben. Dadurch ward das untere Ende des letztern ein Nordpol, und trug schon einen kleinen eisernen Schlüssel. Statt der eisernen Stäbe nahm er gewöhnlich eine kleine eiserne Ofengabel oder Kohlenschaufel und eine Feuerzange, welche desto bessere Dienste thaten, je größer sie waren und je länger sie gebraucht wurden.

In einer von der Petersburger Akademie der Wissensch. gekrönten Preisschrift hat Antheaulme s) eine der besten Methoden angegeben, ursprünglichen Magnetismus zu erregen. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel ein 12 Fuß langes Bret (fig. 11.) af so an, daß a im magnetischen Meridian nordwärts liegt, wobey der Winkel fah in den Gegenden der gemäßigten Zone 70 bis 71 Grad betragen muß. Auf diesem Brete liegen der Länge nach zwey eiserne Stangen cd und ef, deren Enden d und e glatt abgefeilt sind. Auf der Mitte des Brets liegt ein hölzerner Würfel g von 1 bis 2 Zoll Seite, und zwischen diesen Würfel und jede Seite wird eine eiserne etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dicke Platte dk und el gesetzt. Diese Platten ragen mit den Enden k und l $\frac{3}{4}$ Zoll über die Oberfläche der Stangen

s) Mémoire sur les aimans artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersb. à Paris 1760. 4. imgl. Obs. sur les nouvelles methodes d'aimenter par *de la Lande* in den Mémoires de Paris 1761.

gen cd und ef hervor, und die hervorragenden Kanten sind etwas dünner abgeschliffen, als die Platten selbst. Will man nun den stählernen Stab mn, der vorher wohl polirt seyn muß, magnetisiren, so reibt man ihn auf den Kanten k und l, wie auf den Polen eines armirten Magnets beym Doppelstriche, oder so, daß man die Mitte aufsetzt, von einem Ende zum andern hin und her streicht, und in der Mitte abzieht. So kann man durch 50, 60 bis 100 Striche auf jeder Seite einen 12 bis 15 Zoll langen Stab ziemlich stark magnetisiren. Die Wirkung ist desto stärker, je größer die Stangen cd und ef an Masse sind.

Auch Trullard [t]) stellte verschiedene Versuche zur Erregung des ursprünglichen Magnetismus an. Er nahm eine eiserne Stange ohngefähr 6 Fuß lang und 1 Zoll ins Gevierte dick. Diese Stange hatte er in ihrem Schwerpunkte durch eine eigene Vorrichtung so befestigt, daß er sie in jede Lage drehen und ihr die feinste Bewegung geben konnte. Nach vielen Versuchen fand er endlich eine Lage, in welcher die Eisenstange so magnetisirt war, daß sie 2 Pfund Eisen oder den zehnten Theil ihres Gewichts tragen konnte; allein sie war nicht fähig, andere Körper zu magnetisiren, und ihre magnetische Kraft verlor sich durch die geringste Verruckung aus ihrer Lage. Er war daher auf ein Mittel bedacht, sie zu fixiren. Zu diesem Ende nahm er einen stählernen Stab, ohngefähr 15 Zoll lang und 6 Linien ins Gevierte dick, der wohl polirt und gehärtet war.

Nach-

t) Lettre addressée à Mess. les auteurs du journal des sçavans. Tom. LVII. an. 1761. Avril. p. 309. seq.

Nachdem er denselben in die gehörige Lage gebracht hatte, zog er 4 Unzen. Hierauf befestigte er an dem obern Ende des Stabes einen Ambos von 6 bis 7 Pfund, und schlug auf das andere Ende heftig mit einem Hammer von ½ Pfund. Als er auf solche Art etwa 20 Schläge gethan hatte, war die magnetische Kraft im Stahlstabe so fixirt, daß er in jeder Lage, auch außer dem magnetischen Meridian, 4 Unzen tragen konnte.

Mittel, den schon vorhandenen Magnetismus ohne Zuthun eines stärkern Magnets, mithin durch sich selbst zu verstärken, haben Knight, le Maire und Duhamel, Mitchell, Canton, Antheaulme und Trullard angegeben, welche im Allgemeinen auf folgendes hinaus laufen. Wenn man mehrere künstliche Magnete von gleicher Stärke besitzt, so verbinde man sie gehörig, dadurch erhält man schon einen stärkern Magnet A. Mit diesem mache man nach den gemeinen Methoden andere künstliche, welche nun schon einzeln stärker sind, als die vorigen, und verbunden einen noch stärkern B geben. Mit B bestreiche man alle Magnete, woraus A besteht, einzeln, und mit dem daraus entstehenden stärkern A wieder die, woraus B besteht u. s. w. bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Uebrigens unterscheiden sich die Methoden bloß in der Art, zu bestreichen und mit den Stäben abzuwechseln.

Auf diese Art brachte D. Knight mittelst des Doppelstrichs seine großen künstlichen Magnete oder magnetischen Magazine zu Stande, womit er in wenig Sekunden die stärksten künstlichen Magnete machen, und die Pole der natürlichen umkehren konnte. Diese mächtige Maschine ist von D. Fothergill,

dem

dem sie Knight vermacht hatte [u]), beschrieben, und der königlichen Societät zu London geschenkt worden. Sie besteht aus zwey großen Parallelepipedis, deren jedes auf 500 Pfund wiegt, und 240 stark magnetisirte Stahlstäbe enthält, die in 4 Abtheilungen, jede zu 60 Stäben, geordnet sind. Die 60 Stäbe liegen mit den gleichnahmigen Polen an einander; die Abtheilungen selbst aber berühren sich mit den gleichnahmigen. Die Spitze einer Magnetnadel, die diese Vorrichtung nur berührt hatte, erlangte eine solche Kraft, daß sie den Magnetismus der besten Nadeln in England zernichtete.

Auch verfertigte D. Knight künstliche Magnete aus einem Teig, dem er jede Form geben konnte, und der an gelindem Feuer getrocknet steinhart wurde. Erst nach seinem Tode hat Wilson [x]) bekannt gemacht, daß dieser Teig aus dem feinsten Eisenmoor und Leinöl bestand. Den Magnetismus gab er der Paste durch sein magnetisches Magazin. Nach D. Ingenhouß [y]) nahm er zu solchen Pasten auch pulverisirten Magnet, Kohlenstaub und Leinöl; Ingenhouß selbst hat mit gutem Erfolge Magnet- oder Eisenstaub mit Wachs gebraucht, welches eine beugsame Paste giebt.

Le Maire hatte dem Herrn du Hamel [z]) bey einer Unterredung über Seekompasse benachrichtigt, daß er eine Methode kenne, Stahlstäbe auf eine

u) Philos. Trans. Vol. LXV. for the year 1776.

x) Ibid. Vol. LXIX. for 1778. n. 5.

y) Vermischte Schriften. Th. I. S. 402. f.

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1745.

eine weit vollkommnere Art, als man gewöhnlich wisse, zu magnetisiren. Diese Methode bestand darin, daß man den zu magnetisirenden Stahlstab auf einen andern viel längern lege. Um diese Entdeckung des le Maire genauer zu untersuchen, wurden die beyden Herren le Maire und du Hamel durch die Verbreitung des Gerüchts," daß man in England künstliche Magneten von außerordentlicher Stärke zu Stande bringe, aufgemuntert, Versuche deßwegen anzustellen. Sie nahmen zuerst von der Spitze eines Säbels ein Stück von 1 Fuß Länge, welches 4 Unzen 2 Drachmen 36 Grän wog. Dieses wurde mittelst eines guten Magnets auf gewöhnliche Art magnetisirt, und konnte nachher 4 Unzen 2 Drachmen tragen. Dieses Stück Stahlblech nannten sie das mittlere Blech. Hierauf magnetisirten sie ebenfalls einen Stahlstreifen von einem Säbel, 2 Fuß 7 Zoll 8 Linien lang, den sie den großen Streifen nannten, und welcher 10 Unzen 2 Drachmen 45 Gran wog. Nachdem er magnetisirt war, zog er 10 Unzen 2 Drachmen 45 Grän. Ueber diesen großen Streifen legten sie den mittleren so, daß die äußerste etwas stumpfe Spitze des mittleren 4 Zoll über dem größern heraus gieng, mithin 8 Zoll längs dem großen auflag. In dieser Lage verbanden sie beyde mittelst eines Fadens. Hier fanden sie, daß der mittlere Stab 7 Unzen und 1 Drachme zog, daß folglich seine magnetische Kraft einen Zuwachs von 2 Unzen 7 Drachmen erhalten hatte; dagegen konnte der große Stab nur 4 Unzen 2 Drachmen halten. In ihrer Verbindung magnetisirten sie beyde Stäbe zugleich, indem der Magnet von dem Ende des großen Streifen bis zu der Spitze des mittleren Streifen fortgeführt ward. Als sie nachher jeden Streifen insbesondere untersuchten,

ten, zog der mittlere 7 Unzen 3 Drachmen 36 Grän, der große aber nur 8 Unzen 1 Drachme 46 Grän.

Auf eine ähnliche Art magnetisirten sie noch einen Stahlstreifen von 4 Zoll Länge, den sie den kleinen Streifen nannten. Dieser erhielt den stärksten Magnetismus, wenn er mit den großen und mittleren Streifen verbunden, und diese Verbindung zusammen magnetisirt ward.

Le Maire verfertigte sich nach dieser Methode einen künstlichen Magnet von 5 Stahlstreifen, welche 4 Zoll lang, 3 Linien breit und 1 Linie dick waren. Nachdem er jeden besonders auf dem großen Streifen magnetisirt hatte, zog er ohngefähr 3 Unzen; hiernächst verband er sie durch messingene Ringe, und fand, daß diese Verbindung 5 Unzen tragen konnte.

Endlich machten sie noch folgende Bemerkung. Sie verbanden einen 4 Zoll langen stählernen Stab mit dem großen Streifen so, daß jener diesen nur längs eines Zolls berührte, und 3 Zoll über das Ende desselben hervorragte. Nachdem sie seine Kraft erprobt hatten, machten sie die Einrichtung so, daß der kleine stählerne Stab 2 Zoll über den großen Streifen hervorgieng, und fanden, daß der Stab in diesem Falle weit mehr, als im vorigen tragen konnte. Nachher legten sie den Stahlstab auf den großen Streifen so, daß er nur 1 Zoll über des letztern Ende hinausragte, und hier erhielt der Stahlstab eine noch größere Kraft. Daraus schlossen sie natürlich, daß die Lage der Stahlstäbe über einander keine gleichgültige Sache sey.

Le Maire überreichte der Akademie einen künstlichen Magnet, der aus 36 Strahlstreifen zusammengesetzt

gesetzt war; ein jeder Streifen hatte eine Länge von 6 Zoll, eine Breite von 5 Linien und eine Dicke von ½ Linie, und alle 36 Streifen wogen 6 Pfund. Sie waren so geordnet, daß sie zusammen ein Parallelepipedum bildeten, welches beynahe eben so breit als hoch war; denn die Streifen lagen horizontal zwischen zwey stählernen Armaturen, welche denjenigen ähnlich waren, die man bey den Magnetsteinen selbst gebraucht. Ein jeder von diesen Streifen war nach der eben beschriebenen Methode magnetisirt, und der daraus verfertigte künstliche Magnet zog 45 Pfund.

Canton's Methode, den schon vorhandenen Magnetismus durch sich selbst zu verstärken, besteht in folgenden: Wenn nämlich etwa vier Stäbe (fig. 12.) ab, cd, kl, mn schon magnetisirt sind, so legt man zwey davon ab und cd mit von einander gekehrten Polen b und c zwischen die Verstärkungsanker ef und gh; legt ferner die andern zwey kl und nm mit ihren freundschaftlichen Boden an einander, setzt sie lothrecht über die Mitte von ab, hält sie bey km fest, bringt die Pole l und n etwas aus einander, und reibt alsdann von einem Ende zum andern, wie beym Doppelstriche. Nach 50 bis 100 Strichen hört man wieder in der Mitte auf, drückt die Pole l und n wieder zusammen, und zieht sie seitwärts vom Stabe ab ab. Eben so verfährt man auch mit dem Stabe cd. Alsdann legt man kl und mn zwischen die Verstärkungsanker, und streicht sie eben so, wie ab und cd. Hierdurch wird allemal das liegende Paar etwas stärker, als das stehende, und man kann die Verstärkung durch mehrmalige Verwechselung immer weiter treiben.

Nach

Nach 50 bis 100 solcher Vertikalstriche läßt Canton noch 10 bis 12 Horizontalstriche auf folgende Art geben. Man trennt die obern Pole der reibenden Stäbe (fig. 13.) k und m, bis die Stäbe selbst einen ziemlich stumpfen Winkel machen, führt kl gegen a und mn gegen b, aber nicht wieder zurück, sondern über die Verstärkungsanker hinaus, und im Bogen herum, bis beyde in einiger Entfernung von ab mit den Polen l und n wieder zusammen kommen, da man sie denn aufs neue auf die Mitte von ab bringt, u. s. w.

Antheaulme's Verfahren ist dem des Herrn Canton völlig ähnlich, nur daß er keine Horizontalstriche anwendet.

Trullard zeigte folgende Methode, künstliche Magnete von ungemeiner Stärke durch den ursprünglichen Magnetismus zu Stande zu bringen. Nachdem er auf die eben beschriebene Art einem Stahlstabe die magnetische Kraft durch ursprünglichen Magnetismus ertheilt hatte, so nahm er mehrere Stahlstreifen, die gut polirt und blau angelaufen waren, und magnetisirte sie mit jenem Stahlstabe so, daß er von der Mitte der Streifen aus die eine Hälfte wiederholt mit dem Nordpole und die andere Hälfte mit dem Südpole bestrich. Ein jeder auf solche Art magnetisirter Stahlstreifen konnte ohngefähr 2 Drachmen halten.

Als er nun diese Stahlstreifen in Bündel, in jedem drey, verbunden hatte, so nahm er ein solches Bündel in jede Hand, und magnetisirte sechs andere Streifen, indem er von der Mitte derselben aus das eine Bündel nach der Rechten und das andere nach

der linken führte; der eine reibende Pol war der Nordpol und der andere der Südpol. Eine jede von diesen Streifen, welche auf diese Art durch sechs andere auf einmal magnetisirt waren, erhielt eine weit größere Kraft, als die sechs erstern erhalten hatten. Diese letztern Streifen in zwey Bündel, jedes von drey Stäben gebracht, dienten wieder, die sechs ersten von neuem zu magnetisiren, welche eine größere Kraft bekamen, als sie von dem ursprünglich magnetisirten Eisenstabe erhalten hatten. Nachdem er dieses Verfahren 12 mal wiederholt hatte, so konnte ein jeder magnetisirter Stahlstreifen das Zehnfache seines Gewichts tragen. Ueberhaupt war er vermögend, auf solche Art den Magnetismus so weit zu treiben, daß er glaubte, den größt möglichsten Effekt in den Streifen hervorgebracht zu haben.

Die 12 Streifen, welche er besonders magnetisirt hatte, brachte er in zwey Bündel zusammen, jedes von 6 Streifen, welche er gebrauchte, 12 hufförmige Stahlstäbe zu magnetisiren. Hiernächst verband er diese gehörig mit einander, und verfertigte daraus einen künstlichen Magnet, den er mit einer gewöhnlichen Armatur versah. So erhielt er einen Magnet, welcher 2 Pfund wog und 40 Pfund tragen konnte.

Seiner Meynung nach richten die Methoden der Herren Du Hamel, Antheaulme, Mitchell und Canton dasjenige nicht aus, was seine Methode bewirkt. Selbst die Methode des Doppelstrichs, welche Knight angewendet habe, scheine ihm nicht so wirksam und einfach, als die seinige.

Er bemühte sich auch, das Verhältniß aufzusuchen, in welchem sich die magnetische Kraft durch die

die Vereinigung der magnetisirten Stahlstreifen vermehre. Bey Vergleichung des Calculs mit der Erfahrung fand er, daß sie mehr als die Oberflächen, aber weniger als die Massen oder Volumen, zunehme.

Zuletzt fügt Trullard noch eine Bemerkung über die Art, die magnetische Kraft in den Stahlstäben zu erhalten, hinzu; ein künstlicher Magnet nämlich, welcher aus einem einzigen Streifen besteht, er mag entweder gerade oder hufförmig seyn, kann schon seine magnetische Kraft durchs Reiben oder durch Berührung mit Eisen verlieren; auch wird einer von mehreren magnetisirten Stäben gänzlich unmagnetisch, wenn er gegen einen andern gebracht, und in diesem Zustande eine lange Zeit hindurch gelassen wird; aber wenn sie durch eine gehörige Armatur mit einander verbunden werden, so wird sich die magnetische Kraft aufs vollkommenste erhalten.

Magnetnadel.

Um die Magnetnadeln so viel als möglich vollkommen einzurichten, sind die Naturforscher beständig bemüht gewesen, auf alle Umstände hiebey genaue Rücksicht zu nehmen. Seitdem de la Hire die pfeilförmige Gestalt der Nadeln als unvollkommen beobachtet haben wollte, sind die meisten, besonders französischen Naturforscher, seinem Rathe gefolgt, den Nadeln die Form eines auf beyden Seiten zugespitzten Streifen zu geben. Ueber die schicklichste Länge, nebst der nöthigen Stärke derselben, hat besonders Musschenbroek Erfahrungen angestellt, und zugleich den Rath gegeben, daß man den dazu genommenen Stahl nur auf die blaue Federhärte zu bringen nöthig habe. Dagegen haben aber die nachfol-

genden Naturforscher ganz richtig bemerkt, daß die Magnetnadeln in diesem Zustande den Magnetismus zwar schneller annehmen, aber ihn auch weit leichter wieder verlieren. Am besten hat man den härtesten und feinsten Stahl dazu befunden.

Es kömmt nun vorzüglich darauf an, den Nadeln den möglichst stärksten Magnetismus mitzutheilen. Die gewöhnliche Art, ihnen den Magnetismus mitzutheilen, bestand darin, daß man mit dem Pole eines Magneten von einem Ende bis zum andern über die ganze Länge der Nadel hinwegstrich. Nachdem man aber anfieng, seine Aufmerksamkeit auf die Verfertigung der künstlichen Magnete zu richten, so fand man gar bald, daß man ihnen eine weit größere magnetische Kraft geben könne, als nach der gemeinen Methode. Es würde zu weitläuftig seyn, alle Arten anzuführen, welche seitdem angegeben worden sind, um die Nadeln auf eine vortheilhafte Art zu magnetisiren. Im allgemeinen gründen sie sich insgesammt auf den einfachen oder Doppelstrich, ihre Verschiedenheit liegt bloß in Nebenumständen. D. Knights Methode, die Nadeln zu magnetisiren, ist für die beste gehalten worden, und besteht in folgenden. Man legt zwey starke künstliche Magnetstäbe in eine gerade Linie mit den freundschaftlichen Polen zusammen, setzt mitten auf dieselben da, wo sie sich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befestigt diese so, daß ihre beyden Hälften längs der beyden an einander gelegten Stäbe hin liegen, und zieht alsdann beyde Stäbe auseinander, so, daß sie langsam unter den beyden Hälften der Nadel hin gleiten. Wenn man alsdann die Magnetstäbe von der Seite her wieder unter die Nadel

bringt,

bringt, und das Verfahren wiederholt, so kann man der letztern eine sehr starke Kraft mittheilen. Bey D. Knight's starken künstlichen Magneten war ein einziger Strich schon hinreichend.

Da aber D. Knight seine Methode, künstliche Magnete zu verfertigen, geheim hielt, und es gleichwohl darauf ankommt, die vollkommensten Magnete zu besitzen, um die Nadeln stark zu magnetisiren, in welcher Kunst Knight es am weitesten gebracht hatte, so unternahmen es die Herren du Hamel und Antheaulme [a]), weitere Versuche anzustellen, und eben so wirksame künstliche Magnete zu verfertigen, als D. Knight, damit sie den Nadeln einen eben so starken Magnetismus mittheilen könnten.

Du Hamel bemerkt zuvörderst, daß, wenn man auch der Magnetnadel eine sehr starke Kraft geben könne, ihr doch kein anderes Hinderniß im Wege stehen müsse; daher müsse man das Reiben auf dem Stifte so zu vermindern suchen, daß sie sich auf selbigem eben so frey bewege, als wenn sie auf dem Wasser schwimme. Eine sehr leichte Nadel verursache zwar kein starkes Reiben, allein sie besitze auch nur eine sehr geringe magnetische Kraft; wenn man also diese stärker haben wolle, so müsse man der Nadel ein größeres Gewicht geben, dadurch vermehre sich aber verhältnißmäßig ihr Reiben, und man könne daraus keine sonderlichen Vortheile ziehen. Endlich habe Antheaulme eine Vorrichtung gemacht, wobey die schwersten Nadeln auf ihren Spitzen eben so beweglich wären, als die leichtesten.

Ob

a) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1750.

Ob aber gleich, fährt er fort, die Nadeln auf die vollkommenste Art eingerichtet seyn mögen, so fürchteten doch die Seeleute ihre zu große Beweglichkeit, indem die Bewegung des Schiffs sie verhindere, die wahre Richtung an ihr zu erkennen. Indessen, sagt er, sind wir auch so weit gekommen, daß auch dieser Fehler wegfällt, ohne die Beweglichkeit der Nadeln vermindern zu dürfen.

Eine Nadel von $2\frac{1}{2}$ Drachme an Gewicht, welche mit einem guten Magnetsteine magnetisirt war, konnte nicht mehr als 5 bis 6 Drachmen ziehen; die nämliche Nadel mit Knight's künstlichen Stäben magnetisirt trug 9 Drachmen, und mit Antheaulme's künstlichen Stäben $10\frac{1}{2}$ Drachmen.

Wenn man ein kleines magnetisirtes Stahlstäbchen einer ihrer Nadeln näherte, so änderte sie ihre Richtung in einer Enfernung von 14 bis 15 Zoll, da hingegen das nämliche Stahlstäbchen auf die gewöhnlichen Nadeln erst in einer Entfernung von 4 bis 5 Zoll wirkte; ein magnetischer Eisenstab des Herrn Knight zeigte auf ihre Nadeln eine Wirkung in einer Entfernung von 3 Fuß, und man mußte ihn bey den gewöhnlichen Nadeln bis gegen 9 Zoll nähern, wenn sie ihre Richtung ändern sollten.

Die Versuche, welche du Hamel und Antheaulme anstellten, um Magnetstäbe von derselben Stärke zu erhalten, welche Knight's Stäbe besaßen, sind folgende. Sie nahmen zwey Stahlstücke von dünnen Säbeln, an welchen sie die Spitzen abgebrochen hatten, so daß sie 2 Fuß 7 Zoll lang waren, und magnetisirten sie auf die von le Maire und du Hamel oben angeführte Art. Hiernächst wählten

sie zwey kleine englische Stäbe von 8 Zoll Länge, $4\frac{1}{2}$ Lin. Breite und $2\frac{1}{2}$ Linie Dicke, und magnetisirten sie mittelst jener beyden Stahlplatten nach derjenigen Methode, welche Knight zur Magnetisirung der Magnetnadeln vorgeschrieben hatte; diese Stäbe erhielten eine Kraft, welche der in Knight's Stäben sehr nahe kam. Denn ein kleiner englischer Stahlstab, welcher 44 Gran wog, nach gewöhnlicher Art mit einem guten Magnet magnetisirt, konnte kaum eine Nähnadel halten; als er aber mit den kleinen Stahlstäben nach Knight's Methode magnetisirt ward, trug er 1 Unze 4 Drachmen.

Ein schwacher Magnet, welcher ohngefähr 1 Zoll ins Gevierte und 3 Linien Dicke hatte, und 1 Unze wog, konnte kaum einen kleinen Nagel halten; da dieser in entgegengesetzter Richtung seiner natürlichen Pole magnetisirt ward, wurde der Südpol ein Nordpol und der Nordpol ein Südpol; seine Kraft wurde nur ein beträchtliches vergrößert, indem er nun 6 Unzen trug; sie magnetisirten ihn von neuem, abermals in entgegengesetzter Richtung der ihnen gegebenen Pole. Die Folge davon war, daß die Pole abermals eine veränderte Lage erhielten, und die Kraft so sehr vergrößert wurde, daß er 22 Unzen tragen konnte.

Da die beyden Stahlstreifen von Säbeln eine convexe Oberfläche hatten, so glaubten sie, daß man eine weit stärkere Kraft zuwege bringen könnte, wenn man statt jener Streifen Stahlstreifen von derselben Länge, welche mehr Gewicht und eine völlig ebene Oberfläche besäßen, wählte. Der Erfolg war ihrer Vermuthung vollkommen gemäß, und sie waren auf diese Art im Stande, künstliche Magnetstäbe zu verferti-

fertigen, die eine stärkere Kraft hatten, als diejenigen, die sie von D. Knight erhalten hatten.

Sie hatten vier große und zwey kleine Stahlstäbe nöthig, alle von dem besten englischen Stahle; die vier großen besaßen eine Länge wenigstens von 2 Fuß 6 Zoll, eine Breite von 12 bis 15 Linien und eine Dicke von 5 bis 6 Linien. Um die Pole zu unterscheiden bezeichneten sie das eine Ende mit S und das andere mit N. Die beyden kleinen Stäbe hatten 10 bis 12 Zoll Länge, ohngefähr 6 bis 7 Linien Breite, und 4 bis 5 Linien Dicke. Auch die Enden dieser Stäbe wurden mit S und N bezeichnet. Ueberdem war ihnen noch ein kleines Lineal von Holz nöthig, welches dieselbe Länge und Dicke als die kleinen Stahlstäbe hatte, und 3 bis 4 Linien breit war; dieß wurde zwischen die Stahlstäbe gelegt, um zu verhindern, daß sie sich berühren konnten. Ferner mußten noch zwey eiserne Parallelepipeda von 7 bis 8 Linien Breite, von der Dicke der kleinen Stahlstäbe, und von der Länge, als die kleinen Stäbe Breite hatten, vorhanden seyn. Endlich war noch ein guter Magnet nöthig, welcher 18 bis 20 Pfund tragen konnte.

Hiernächst wurden nun zwey von den großen Stahlstäben auf die gewöhnliche Art magnetisirt, welche mit A bezeichnet wurden, um sie von den beyden andern unmagnetisirten, die mit B angedeutet wurden, zu unterscheiden.

Die beyden Stäbe A wurden auf einen großen Tisch gelegt, und die beyden Stäbe B parallel neben einander mit der hölzernen Regel dazwischen so, daß das eine eiserne Parallelepipedum die beyden Enden, das andere aber die beyden andern Enden der beyden

Stäbe

Stäbe B berührten; hiernächst wurden die beyden andern Stäbe A mit den Stäben B so verbunden, daß auf der einen Seite der beyden Stäbe B das Ende N des einen der Stäbe A das Ende S des einen der andern Stäbe B, und auf der andern Seite der beyden Stäbe B das Ende S des andern der Stäbe A das Ende N des nämlichen Stabes von B berührten. Nach dieser Vorrichtung wurde mit dem Nordpol des Magneten drey- bis viermal von dem einen Ende N des Stabes A1 bis zum Ende S des andern Stabes A2 längs des Stabes B1, der magnetisirt werden sollte, gestrichen. Nachdem auf solche Art der eine Stab B1 auf der einen Fläche magnetisirt war, brachte man die eine Stange A1 auf die andere Seite von A2 so, daß das Ende N des Stabes A1 das eiserne Parallelepipedum an dem Ende S der Stange B2 berührte; eben so brachte man die Stange A2 auf die Seite von A1, so daß das Ende S der Stange A2 die Armatur des Endes N der Stange B2 berührte; da alsdann B2 eben so wie B1 magnetisirt wurde.

Auf eine ähnliche Art wurden auch die beyden andern Seiten der beyden Stahlstangen B magnetisirt.

Nun brachte man die beyden Stangen A in dieselbe Lage, als vorher die Stangen B gehabt hatten, und magnetisirte sie auf gleiche Art. Nachdem dieses Verfahren zwey- bis dreymal wiederholt worden war, so hatten die vier Stäbe einen überaus starken Magnetismus erhalten. Man konnte kleinen Stahlstäben von 9, 10, 12 Zoll Länge mittelst dieser vier Stangen eine eben so große magnetische Kraft mittheilen, als D. Knight mit den seinigen thun konnte.

Uebrigens macht du Hamel noch folgende Bemerkungen:

1. Sie hatten Stahlstäbe, welche beym ersten Berühren nur eine sehr schwache magnetische Kraft annahmen; nachdem sie aber in ihrer Büchse mit der Armatur gelassen, und nach einiger Zeit von neuem berührt wurden, so erlangten sie eine große Kraft, und wurden sehr gut; es schien, als wenn die magnetische Materie, welche durch die Armatur aus dem einen Stabe zum andern sich bewegt, die Zwischenräume des Stahls gleichsam fähig gemacht habe, mehr magnetische Kraft anzunehmen.

2. Diejenigen Stahlstäbe, welche beynahe gar keine magnetische Kraft annehmen wollten, legten sie mit den Enden zusammen auf eine der großen Stahlstangen, und brachten an das Ende der kleinen Stahlstäbe ein Stück Eisen, welches die Armatur der großen Stangen berührte. Nachdem diese kleinen Stahlstäbe etwa 5 Stunden in dieser Lage gewesen waren, erhielten sie eine außerordentlich starke magnetische Kraft. Dieß schien, wie im ersten Falle, anzuzeigen, daß die magnetische Materie sich nach und nach in dem Stahle Wege macht, welche durch die erste Berührung nicht geöffnet werden konnten.

3. Die kleinen Stahlstäbe dienten vorzüglich zum Berühren der Magnetnadeln. Um ihnen aber die möglichst stärkste Kraft zu geben, mußte man zwey Nadeln neben einander legen, ihre Enden in eine ausgehölte Armatur bringen, und sie mit den vier großen Stangen so verbinden, wie bereits angezeigt worden. Wenn man sie alsdann in ihrer Armatur beysammen läßt, und sie alle 4 bis 5 Tage eine gewisse Zeit hindurch von neuem berührt, so erhalten sie eine starke magnetische Kraft, welche eine sehr lange Zeit hindurch dauerhaft ist, besonders wenn man zwey

und

und zwey in einer Büchse mit Armaturen hält, oder über ihren Steif spielen läßt; denn im erstern Falle erfolgt nach du Hamel's Meynung der Umlauf der magnetischen Materie durch die Armatur von einer Nadel zur andern, und im andern Falle spielt sich die Nadel beynahe in die magnetische Axe, und empfängt etwas von der allgemeinen magnetischen Materie, welche um die Erde circulirt.

4. Die Gestalt der Nadeln, welche ihnen am vortheilhaftesten schien, ist ein Parallelogramm, welches sich auf beyden Seiten in sehr stumpfwinkliche Spitzen endigt, und es ist sehr schicklich, ihnen beynahe ½ Linie Dicke zu geben.

5. Uebrigens müssen die Nadeln aus dem feinsten und härtesten Stahle verfertigt werden, nicht allein, weil sie nach der von ihnen beschriebenen Methode eine sehr große magnetische Kraft annehmen, sondern dieselbe auch am längsten behalten.

6. Soll aber in ihnen die magnetische Kraft von Dauer seyn, so müssen sie in einer Büchse mit ihrer Armatur aufbewahrt werden.

7. Es schien ihnen, als wenn gehärtetes Stahl in Bündeln vorzüglich geschickt sey, die magnetische Kraft anzunehmen.

8. Wenn die Stangen geschmiedet sind, so ist es gut, sie mit einem Hammer gelinde zu schlagen. Die Schmiedemeister haben die Gewohnheit, sie von den kleinen Schlacken zu reinigen, indem sie den Hammer in Wasser eintauchen, und diese Vorsicht scheint sehr gut zu seyn.

9. Es ist nicht leicht, zu verhindern, daß sich die Stahlstäbe während des Härtens krümmen; daher

her räth du Hamel an, die Stahlstäbe nicht kalt werden zu lassen, sondern sie beständig in einer gewissen Wärme zu erhalten.

10. Um sich eine Vorstellung von dem zu machen, was bey dieser Methode, die Stahlstäbe zu magnetisiren, vorgeht, bemerkt du Hamel noch, man müsse zugeben, daß die beyden großen mit magnetischer Kraft versehenen Stahlstangen, welche man an die beyden äußersten Enden der zu magnetisirenden Stange ordne, die magnetische Materie quer durch den kleinen Stab gehen lassen, und daß der Umlauf derselben in den kleinen Stäben um so viel reissender sey, als die Masse der großen Stangen größer wie die der kleinen Stäbe ist; dieser Umlauf wird aber noch mehr vergrößert, wenn man vermittelst anderer großer sehr starker magnetischer Stäbe über die ganze Länge sowohl der ersten großen als auch der kleinen Stäbe hinwegstreicht; vielleicht sey der Umlauf durch die Armatur zum Theil unterbrochen, und man könne vermuthen, daß ein Theil in den mit dem zu magnetisirenden parallel gehenden unmagnetischen Stab hinübergehe. Es möge hiemit nun eine Beschaffenheit haben, welche es wolle, so hätten sie bey ihrer Vorsicht weit stärkere magnetisirte Stäbe erhalten, als diejenigen wären, die sie von England erhalten hätten.

Zwey Stäbe von D. Knight, welche 12 Unzen 3 Drachmen wogen, konnten 28 Unzen 2 Drachmen tragen. Dagegen zogen zwey kleine Stäbe von ihrer Art, welche 6 Unzen $3\frac{1}{2}$ Drachm. wogen, 36 Unzen 3 Drachm., und zwey andere Stäbe, welche 14 Unzen 4 Drachmen wogen, 44 Unzen 2 Drachmen.

Du Hamel schloß daher: 1. daß es leicht sey, eben so starke magnetische Stahlstäbe zu machen, als die

diejenigen des D. Knight; 2. daß man mit Stäben von 14 bis 15 Unzen, ohne einen Magnet, kleine sehr starke magnetische Stäbe zu Stande bringen könne, wenn sie gleich nur 4 bis 5 Unzen wiegen; 3. daß man mit den nämlichen Stäben die Pole eines schwachen Magneten verändern, ihre Kraft vergrößern, und den Magnetnadeln eine größere Stärke mittheilen könne, als mit den besten Magneten.

Was die andere Absicht betrifft, die Nadeln über ihrer Unterstützung beweglich zu machen, so bemerkt du Hamel, daß Antheaulme dieß mit außerordentlicher Leichtigkeit ausgeführt habe; in dem Mittelpunkte seiner Boussole stellte er nämlich eine kleine kupferne Säule, welche dick genug war, um auf selbige ein kleines achatenes oder gläsernes Hütchen kütten zu können; ein ähnliches Hütchen befestigte er in dem Mittelpunkte seiner Rose; nachher bereitete er eine kleine kupferne Spindel, deren eines Ende in das Hütchen auf der kupfernen Säule in der Mitte der Boussole eingelassen ist, und das andere Ende von dem andern Hütchen in der Mitte der Rose aufgenommen wird; endlich ist in der Mitte dieser Spindel eine kleine kupferne Nadel angebracht, welche drey kleine Gewichte in drey verschiedenen Punkten trägt, um die Spindel und die Rose in einer senkrechten Richtung zu erhalten.

Um nun auch die Nadeln nicht zu beweglich zu machen, wenn sie auf dem Schiffe mit Nutzen gebraucht werden sollen, brachten sie unter der Rose kleine Flügel von Papier an, welche, ohne sie zu beschweren, der Luft einen Widerstand leisteten, der die Schwingungen der Nadeln ungemein verminderte.

Was die Abweichung der Magnetnadel betrifft, so hatte man zwar bisher zu Lande und zu Wasser eine sehr große Menge von Beobachtungen angestellt, aus welchen sich ergab, daß sie an einem und demselben Orte selbst veränderlich sey; allein sie waren doch bey weitem noch nicht genau genug, um etwas sicheres daraus zu schließen. Man hatte bemerkt, daß es sehr selten zwey Magnetnadeln gebe, welche genau dieselbe Größe der Abweichung zeigten. Ihre verschiedene Länge, Beweglichkeit, mitgetheilter starker oder schwacher Magnetismus u. d. g. mußten natürlich die Ursachen davon seyn. Aus diesem Grunde haben einige Naturforscher die gewöhnlichen Compasse, welche bisher zur Findung der Größe der Abweichung waren verfertigt worden, anders einzurichten und zu verbessern gesucht. Buache[b]) hatte sich daher Mühe gegeben, eine ganz neue Einrichtung einer Boussole zu erfinden, vermittelst welcher man bey einer einzigen und der nämlichen Operation so wohl die Abweichung als Neigung der Nadel mit einer weit größern Genauigkeit und Leichtigkeit, als man bisher vermögend gewesen war, bestimmen konnte. Er ist mit de l'Isle der Meynung, daß es vortheilhafter sey, zu den Boussolen kein kupfernes, sondern entweder ein hölzernes oder ein marmornes Gehäuse zu wählen, weil das Kupfer einiges Eisen enthalten könnte, welches den Gang der Nadel unsicher mache. Er bemerkt, daß er mit seiner Boussole allemal die Abweichung ein wenig größer gefunden habe, als sie mittelst der gewöhnlichen Boussolen bestimmt worden. Vielleicht, sagt er, rühre dieser Unterschied von der viel freyern Aufhängung seiner Nadeln, und von ihrer gleichen Dicke längs der ganzen Länge her.

Für

b) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1732.

Für die Schiffsahrt ist es besonders äußerst wichtig, die Abweichung der Nadel zur See so genau als möglich zu bestimmen. Durch einen Schiffbruch eines englischen Geschwaders wurde die Societät zu London veranlaßt, für die beste Methode, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, auf das Jahr 1731 einen Preis auszusetzen. Bey dieser Gelegenheit hatte Bouguer gezeigt, wie schwierig es sey, so genaue Beobachtungen über die Höhe eines Gestirns auf der Morgen- und Abendseite mittelst der gemeinen Boussole anzustellen, als es bey der gewöhnlichen Methode, die Abweichung zur See zu finden, nöthig ist. Um dieser Schwierigkeit abzuhelfen, und andere dabey vorkommende ungünstige Umstände zu vermeiden, gab de la Condamine [c]) eine andere Methode an, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, welche Godin [d]) noch einfacher zu machen suchte.

Die Abweichungen zu Paris, welche jährlich von Maraldi und Fauchy beobachtet worden, sind folgende:

Jahre	Abweichung		
1730	14°	25′	gegen Westen.
1735	15°	45′	
1740	15°	45′	
1745	16°	15′	
1750	17°	15′	
1760	18°	0′	
1770	19°	0′	

Da durch diese und andere Beobachtungen genugsam erwiesen war, daß die sogenannten Abweichungs-

c) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1733.

d) Ibid. an. 1734.

chungslinien auf der von Halley entworfenen Abweichungscharte sich verrücken, so sahe man wohl ein, daß man mit der Zeit neue Abweichungscharten nöthig habe. Dergleichen sind auch wirklich aus neuern Beobachtungen entworfen worden; für das Jahr 1744 eine von Mountaine und Dodson [e]); für das Jahr 1755 eine von Zegollström [f]); für das Jahr 1765 eine von Bellin [g]); und für das J. 1772 eine. Aus der Betrachtung dieser Charte lassen sich für das Jahr 1770 folgende merkwürdige Sätze ziehen:

1. In ganz Europa, Afrika, dem östlichen Theile von Nordamerika und dem südlichen Theile von Asien nebst den angränzenden Meeren war die Abweichung der Nadel durchaus westlich.

2. Im Ocean, westwärts von Großbritannien, und ostwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, war sie am größten, und betrug daselbst 25 Grad.

3. Die beyden für die Abweichung von 15° gezogenen Linien kreuzen sich mitten in Afrika. Diese Linien sind zwar nicht unmittelbar aus Beobachtungen bestimmt, die in Afrika selbst angestellt wären; aber sie haben doch ohne Verletzung der Analogie nicht anders gezogen werden können.

4. Vom weißen Meere aus geht durch Asien, das südliche China und die philippinischen Inseln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung statt findet.

5. Die

e) Philos. Transact. Vol. L. P. I. p. 329.

f) *Mar. Strömer* et *Jo. Gust. Zegollström* dissert. de theoria declinat. magneticae. Ups. 1755.

g) Carte des variations de la Boussole et des vents généraux, que l'on trouve dans les mers les plus frequentes p. Mr. *Bellin.* à Paris 1765.

5. Dieser Linie gegen Morgen fängt die Abweichung an östlich zu werden, und bleibt dieß bis an eine Linie, welche von Florida aus an der brasilianischen Küste hin bis an den ersten Meridian unter 40° südlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung ist.

6. Die größte östliche Abweichung von 25° findet unterhalb der südlichen Spitze von Amerika statt.

7. Halley hatte in seiner Charte die Linien für die größten Abweichungen von 25°, bey Afrika und Amerika um 15° weiter gegen Morgen, bey Großbritannien 40 bis 50° weiter gegen Abend gesetzt; um so viel hatten sich also diese Linien seit 70 Jahren verrückt.

Halley hatte zur Erklärung der Abweichungen der Nadel an den verschiedenen Orte der Erdfläche die Hypothese angenommen, die Erdkugel sey ein großer Magnet mit vier magnetischen Polen oder Anziehungspunkten, von welchen je zwey und zwey nahe an jedem Pole des Aequators lägen. Gegen diese Hypothese hat der jüngere Euler h) wichtige Zweifel erhoben, und bewiesen, daß man mit der Annahme von zwey magnetischen Polen alle mögliche Abweichungen der Magnetnadel beweisen könne. Nach folgenden Voraussetzungen, wenn die beyden Pole einander gerade entgegengesetzt sind, und zwar 1) wenn sie in einerley Meridian, 2) wenn sie in zwey verschiedenen Meridianen, und 3) wenn sie in zwey entgegengesetz-
ten

h) Recherches sur la declinaison de l'aiguille aimantée in den Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse. an. 1757. p. 175.

ten Meridianen lägen, hat Euler mittelst der Mathematik Formeln zu berechnen gesucht, nach welchen die Halley'schen Abweichungslinien sich würden bestimmen lassen. Nimmt er nun an, daß der magnetische Nordpol 14, der Südpol 35 Grad von den Erdpolen abstünden, die durch beyde gelegten Meridiane aber 63 Grad von einander entfernt wären, so findet er die Abweichungslinien nach diesen Formeln ziemlich zusammentreffend mit der fürs J. 1744 von Mountaine und Dodson entworfenen Charte. Nach Euler's Vermuthung würden seine gegebenen Formeln noch mehr mit den Beobachtungen zusammentreffen, wenn er den Nordpol 17 Grad und den Südpol 40 Grad von den Erdpolen entfernt annähme.

Gegen Euler's Theorie hat der Göttingische Astronom, Tobias Mayer, in einer in der königlichen Gesellschaft zu Göttingen vorgelesenen ungedruckten Abhandlung nach dem Zeugniß der Herren Erxleben und Lichtenberg [i]) einige Erinnerungen gemacht, und die Erscheinungen am Magnet auf folgende Art zu erklären gesucht: es sey ein Magnet in der Erde anzutreffen, welcher in Vergleichung mit dieser als unendlich klein zu betrachten ist; er liege jedoch nicht im Mittelpunkte der Erde, sondern etwa 120 Meilen davon, und zwar nach demjenigen Theile der Erde hin, welchen das stille Meer bedeckt. Dieser Magnet habe nur zwey Pole, seine Axe laufe nicht mit der Erdaxe parallel, und seine Kraft nehme ab, wie die Würfel der Entfernungen zunehmen. Er entferne sich in jedem Jahre etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmessers der Erde von dem Mittelpunkte derselben. Wenn eine gerade Linie durch den Mittelpunkt der Erde

i) Anfangsgründe der Naturwissenschaft. §. 709.

de und des Magneten gezogen würde, so schnitte sie die Oberfläche der Erde in einer Länge von 201 Graden von der Insel Ferro, und im 17. Grade nördlicher Breite. Die Länge dieses Durchschnittspunktes nehme jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten ab. Uebrigens sey er der Meynung, daß die Axe des Magneten auf der durch die Mittelpunkte der Erde und des Magneten gezogene Linie senkrecht stehe, und dieses in einer Ebene, welche mit der Ebene des Meridians, worin jene Linie liegt, einen Winkel von $11\frac{1}{2}$ Grad macht, und zwar bey uns gegen Osten zu, auch wachse dieser Winkel jährlich um $8\frac{1}{2}$ Minuten. Aus dieser Hypothese folgerte Mayer für verschiedene Oerter der Erde folgende Größen der Abweichungen:

	Aus der Hypothese gefolgerte	beobachtete
Für Paris	14° 2′ westl.	14 bis 10° 0′ westl.
„ Berlin	12° 2′ „	12° 40′ „
„ Upsala	11° 24′ „	9° 30′ „
„ Tornea	9° 45′ „	7° 30′ „
„ Petersburg	9° 44′ „	5° 0′ „
„ Am Cap	18° 1′ „	17° 30′ „
„ Louisburg	19° 54′ „	17° 0′ „
„ Quito	7° 36′ östl.	8° 0′ östl.

Lichtenberg bemerkt, daß man bey so unvollkommenen Beobachtungen, als sich Mayer bedienen mußte, eine solche Uebereinstimmung mit den wahren Abweichungen bewundern müsse.

Daß aber die Magnetnadel an einem und demselben Orte nicht nur einer jährlichen, sondern auch einer täglichen ja stündlichen Veränderung unterworfen sey, darüber hatte bereits Graham im Jahre 1722 zu London mannichfaltige Beobachtungen angestellt (Th. IV. S. 534.). Verschiedene Naturforscher, und besonders Swedenborg in seinem Werke vom

Magnet,

Magnet, haben dieß in Zweifel ziehen und behaupten wollen, daß eine solche Veränderung der Magnetnadel von irgend einem Mangel und Nachlässigkeit bey der Observation selbst herkomme. Daher hielt es Andr. Celsius [k]) der Mühe werth, dergleichen Beobachtungen von neuem in Schweden anzustellen. Zu diesem Ende ließ er sich bey dem Künstler Sisson in London unter Graham's Aufsicht einen richtigen Compaß verfertigen, welcher folgende Einrichtung hatte. Die Compaßnadel hatte eine prismatische Gestalt, und war 1 Fuß und 2 Linien lang, $\frac{1}{2}$ Linie breit und $\frac{1}{3}$ Linie dick. Mitten auf der Nadel war ein ausgehöhlter messingener Knopf, welcher von einer messingenen Pinne mit der möglichst geringsten Friktion berührt ward; auf dem südlichen Ende der Nadel konnte man eine kleine messingene Pinne vor- und rückwärts schieben, um dieselbe damit wagrecht zu stellen. Die Büchse war von Holz mit einem messingenen Boden, welcher an jeder Seite einen Kreisbogen von 40 Graden so sehr erhöht hatte, daß die Nadel in einer gleichen Fläche mit der Oberfläche des Bogens lag, worauf bey jeden fünf Minuten die Abtheilungen mit feinen Strichen gemacht waren, zwischen welchen jedoch ein so großer Raum war, daß man mit einem convex geschliffenen Glase ein Fünftel oder jede Minute unterscheiden konnte. Dicht auf diesen Abtheilungen zeigte die Nadel in einem kleinen Spielraume die Grade mit einem feinen mit dem Horizont bleyrecht geschliffenen Eychen. Die Büchse war mit einer Glasscheibe genau bedeckt, so daß, wenn man Beobachtungen anstellen wollte, weder Luft noch Athem die Nadel von ihrer rechten Stellung zu bewegen ver-
mö-

k) Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. B. II. S. 45. f. der d. Ueb.

mögend seyn konnte. Da es nun hier allein darauf ankam, den Unterschied der Abweichung von einer Stunde zu der andern zu wissen, so stellte er den Compaß auf einen Tisch in seiner Kammer auf einem gewissen beliebigen Grade, ohne denselben nach der Mittagslinie zu richten; auch war er versichert, daß er während der Zeit, da er beobachtete, immer ungestört da stand. Uebrigens war er durch andere Proben, die er mit daran gehaltenem Eisen machte, versichert, daß die beobachtete Bewegung der Nadel von einem Magnetismus herrührte. Unter vielen damit angestellten Beobachtungen führt Celsius nur folgende in 2 auf einander folgenden Tagen gemachte an.

1740 am 30 April

um 8 Uhr Vormitt. wich die Nadel auf	29	Minut.
9 - - - - -	24	-
10 - - - - -	25	-
11 - - - - -	35	-
12 - - - - -	47	-
2 - Nachmitt. - -	50	-
3 - - - - -	51	-
4½ - - - - -	50	-
5 - - - - -	49	-
6 - - - - -	47	-
6¾ - - - - -	47	-
10¾ - - - - -	43	-

Am 1ten May

um 8 Uhr Vormitt. - -	36	-
10¼ - - - - -	38	-
11 - - - - -	39	-
12½ - - - - -	45	-
9 - - - - -	42	-

Hieraus schließt Celsius, daß die Magnetnadel ihre Stelle von einer Stunde zur andern zwischen

den

den Enden bis auf 10, und innerhalb 6 Stunden Zeit bis auf 27 Minuten verändere. Ferner, daß sie von einem Tage zum andern zu gleicher Zeit nicht auf derselben Stelle stehe, sondern zuweilen auf 7 Minuten und mehr verschieden seyn könne. Uebrigens hat er noch nicht bemerkt, daß Kälte, Wärme, imgleichen Schwere der Luft, Wind u. s. f. mit solchen Veränderungen einige Gemeinschaft haben.

Nach Celsius hat Peter Hiorter[1]) die Beobachtungen über die Veränderungen der Magnetnadel fortgesetzt, und aus 10000 angestellten Beobachtungen folgende Sätze hergeleitet:

1. Die Nadel hat eine tägliche Veränderung von Osten nach Westen oder umgekehrt. Dieß hat sich alle Tage ordentlich und beständig so verhalten, mit einer täglichen Abwechselung von 5 Minuten, manche Tage etwas mehr, manche etwas weniger, doch stufenweise, und selten in einem Sprunge vom Größten bis zum Kleinsten zu diesen Stunden, wenn nichts besonders dazwischen gekommen ist, was die Nadel in ihrer täglichen Aenderung hätte stören können.

2. Diese Aenderungen haben nicht alle Tage einerley Zahl der Grade und Minuten gehalten, sondern einen Monat weiter nach Osten, eine andere Jahrszeit weiter nach Westen, an welchen neuen Stellen die täglichen Aenderungen gleichwohl ihre völlige Richtigkeit haben. Mitten im Februar hatte sich die Nadel 8 bis 10 Minuten weiter nach Westen, und nachher in der Mitte des Märzes 10 Minuten östlicher gewandt, als da sie am 19. Januar zuerst von ihm beob-

1) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wiss. B. IX. S. 30. ff. d. deutsch. Uebers.

beobachtet ward. Das übrige des Märzes, den ganzen April, May bis den 12. Jun. hielt sie sich ziemlich gleich, so daß sie bis dahin um 5 oder 6 Minuten in ihrer täglichen Veränderung östlicher ward, nachher aber wuchs sie so schnell weiter nach Osten zu, daß sie am 22ten dieses Monats 50 Min. mehr nach dieser Seite zu war, als 10 Tage zuvor, und also einen ganzen Grad östlicher, als da der Compaß am 19ten Januar niedergesetzt wurde. In dieser Abweichung setzte die Nadel ihre tägliche Aenderungen ohngefähr 5 Minuten fort, bis am 9ten Jul., da sie sich des Morgens wieder ½ Grad mehr nach Westen zurückkehrte, als den Abend zuvor, in welchem Striche des Compaßbogens die Nadel sich nachher bis zum Schlusse des Septembers hielt, bis sie sich nach und nach im folgenden Monat noch einige Minuten mehr nach Westen zog, bey welchen sie das übrige Jahr bis zum 19. Januar des folgenden ihre tägliche Hin- und Hergänge verrichtete, so daß sie diesen Tag etwa 15 Minuten östlicher stand, als das Jahr vorher, aber im März völlig wieder zu den Minuten zurückgekehrt war, wo sich ihre tägliche Aenderung das Jahr zuvor befand.

3. Hat man noch eine Aenderung der Magnetnadel gefunden, welche Verwunderung und Aufmerksamkeit verdient. Man fand nämlich, daß der Nordschein mit dem Magnet einige Gemeinschaft und Verbindung habe, und daß diese Nordscheine, wenn sie Schwedens Scheitelpunkt südlich, oder ungleich gegen die östliche und westliche Seite des Horizonts vorbeygehen, innerhalb wenigen Minuten eine ansehnliche Störung von ganzen Graden in der Magnetnadel machen. Es war am 1. März 1741. des Abends, als

als Hiorter zum erstenmal einen Nordschein gegen Süden und zugleich die größere Aenderung der Magnetnadel bemerkte, nachdem er zwar verschiedene mal die Unordnung der Nadel bemerkt, aber des trüben Himmels wegen keinen Nordschein beobachtet hatte. Hernach ward die Nadel wieder einige mal sehr unordentlich, aber bey trüber und wolkichter Witterung, bis sich am 26. März nach 12 Uhr des Nachts eine große Aenderung mit der Magnetnadel zutrug, und zugleich ein starker Nordschein über den ganzen Himmel gieng, der sich auch in Süden zeigte. So ward es nachher allezeit einige 40mal beobachtet, besonders am darauf folgenden 5ten April, da die Magnetnadel Nachmittags um 2 Uhr anfieng, unordentlich zu werden und sich von ihrer ordentlichen Stelle nach Westen zu ziehen, so daß sie um 5 Uhr $1\frac{2}{3}$ Grad weiter nach Westen war, als um 10 Uhr Vormittags. Um 5 Uhr 18 Minut. war sie wohl 20 Minut. östlich zurück gegangen, aber nach 6 Min. Zeit rückte sie wieder 18 Minut. gegen Westen. Nach dieser Zeit, und bis $8\frac{1}{2}$ Uhr am nächsten Morgen, hatte die Nadel zu thun, ehe sie sich wieder in ihre vorige Lage setzte, in welcher sie sich sonst in ihrer täglichen Aenderung während dieser Zeit gehalten hatte.

Das merkwürdigste bey dieser Aenderung der Magnetnadel war, daß Celsius einige Wochen zuvor an Graham nach London geschrieben hatte, dieselben täglichen Beobachtungen mit der Nadel anzustellen, so daß, wofern sie in Schweden unordentlich würde, man erfahren könnte, ob sich dieß auch an mehreren und entlegeneren Orten zugetragen hätte. Die Nadel zeigte sich zu London zu eben der Zeit, wie in Upsal, eben so unordentlich, und zwar so sehr, daß

Gra-

Graham in seinem Berichte meldete, er habe dergleichen noch nie bemerkt. Von einem Nordscheine meldete er nichts, weil er ohne Zweifel nicht gewohnt war, bey solchen Vorfällen darnach zu sehen.

Folgende Tafel zeigt, an welchen Tagen sich die größten Aenderungen der Nadel zugetragen haben, und zugleich Nordscheine vorgefallen sind.

1741.	März	1	0°	24′	1743.	April	2	0°	17′
		26	0	52½		May	3	0	20
	Aug.	5	1	40		Aug.	15	0	28
	Jul.	12	0	15		Sept.	20	0	9
		29	0	10			27	0	33½
		30	1	12		Octob.	14	0	14
	Aug.	2	0	7½	1746.	Sept.	12	0	18
		9	0	34		Octob.	4	0	26
	Sept.	21	1	33			7	0	27
		27	0	22			8	0	14
		28	3	40			9	0	23
		29	0	32			14	0	21
	Octob.	4	0	18			18	0	40
		8	0	40½			20	4	10
		24	0	38		Nov.	5	0	33
		31	0	23			6	0	45
	Nov.	1	0	26		Dec.	3	0	25½
		20	0	48			16	0	14
	Dec.	10	0	40			23	0	25
1742.	Jan.	5	0	32			24	0	15
1743.	März	8	0	45			29	0	20
		28	2	2	1747.	Jan.	2	0	10
	April	1	0	19			7	0	12

Aus diesen mannichfaltigen Aenderungen der Magnetnadel von der Stelle, wo sie sich nach den bisherigen Beobachtungen in ihrer jährlichen Veränderung zeigen sollte, folgert Hiorter:

1. Daß solche magnetische Beobachtungen, welche entweder innerhalb oder außerhalb Landes an einem gewissen Orte angestellt worden sind, oder noch angestellt

werden, um die jährliche Abweichung der Magnetnadel zu finden, alle Vorsichtigkeit erfordern; daß man nicht allein in jedem Jahre nach einerley Monatstag sieht, sondern auch auf gleiche Stunden an jedem Tage Achtung giebt, und die mit der Nadel vorgegangenen Aenderungen genau beobachtet, wenn man aus den Beobachtungen etwas gewisses und zuverlässiges von der jährlichen Richtung und Aenderung der Nadel folgern will.

2. Daß alle diejenigen, welche die Abweichung der Nadel für einen gewissen Ort festsetzen wollen, außer den übrigen Vorsichtsmaaßregeln, z. B. einer genauen Mittagslinie, guter Nadeln und Entfernung alles Eisens, nicht allein versichert seyn müssen, daß in der Stunde, in der sie beobachten, die Nadel von keinem Nordscheine gestört worden sey, sondern daß sie auch eine solche Jahrszeit und Stunde nehmen, wo sie finden, daß die Nadel von ihrer mittleren gewöhnlichen Stelle am wenigsten abweicht.

3. Daß die mittlere Stelle einer solchen Nadel, von welcher sie sich auf beyden Seiten in ihren täglichen und nächtlichen Veränderungen entfernt, noch nicht bekannt ist, und erst durch einige Jahrlange magnetische Beobachtungen gehörig auszuforschen ist.

4. Daß auch beym Bestreichen der Nadel mit dem Magnet, wenn solches zu ungleichen Zeiten des Tages und des Jahres geschieht, besonders bey den Beunruhigungen des Nordscheins, in Acht zu nehmen ist, ob nicht diese ungleichen Umstände die Wirkung auf die Nadel haben, daß entweder verschiedene Nadeln, oder eine und dieselbe, verschiedene Abweichungen und Richtungen bekommen.

Uebri-

Uebrigens muthmaßt Hiorter aus den größern Aenderungen der Nadel durch den Nordschein:

1. Daß der Nordschein entweder aus einer magnetischen, oder doch einer solchen Materie bestehe, welche die Nadel wenig beunruhigt, wenn die Materie sich in Norden hält, und zwar mit den lichtesten Bogen und Flecken über den Pol hinauf gegen den Scheitelpunkt geht, aber gleich stark im östlichen und westlichen Horizont ist, und die Nadel ihre ordentliche Abweichung gegen Westen von 9 Gr. hat, so groß als sie ohngefähr in Schweden gefunden wird, zum Zeichen, daß der Nordschein und das nördliche Ende der Nadel wohl mit einander übereinkommen; wenn aber der Nordschein den Scheitelpunkt nach Süden vorbeygeht, oder auch im östlichen oder westlichen Horizont lichter und dichter wird, so daß er auf den südlichen Theil, der Abweichungsnadel gerade gegen über, oder auf die Seiten wirkt, so zeigt die Nadel diese Störung stärker oder schwächer, je nachdem sich die Materie des Nordscheins da mehr oder weniger gesammlet zu haben scheint.

2. Daß der Nordschein gewiß die höchste Erscheinung in unserer Luft, ja so hoch und weit gegen den Himmel gestreckt ist, daß er auf einmal die Nadeln in Upsal und London, in einer Entfernung von mehr als 130 schwed. Meilen, beunruhigen kann.

3. Daß man an der Magnetnadel sehen kann, ob es einen Nordschein am Himmel giebt, entweder am hellen Tage, oder bey wolkichter Nacht. Und im Gegentheil kann man aus dem Stande des Nordscheins nach Süden sicher schließen, daß die Nadel in größerer oder geringerer Unruhe seyn, oder ihre

gewöhnliche tägliche Stelle mehr oder weniger ändern wird.

4. Daß die Nordscheine zum Theil die größern monatlichen Abweichungen verursachen können, die man bisher beobachtet hat, nähmlich daß die Nadel nach gewissen Nordscheinen nicht so bald, als zu einer andern Zeit, wieder an die Stelle gekommen ist, die sie zuvor einnahm. Demnach fällt es sehr schwer, wo nicht unmöglich, diese sogenannten monatlichen Aenderungen regelmäßig und in gewisser Ordnung anzugeben.

Aus diesem Angeführten, sagt er, wird in die Augen fallen, welchen Einfluß außerordentliche und große Aenderungen des Magnets auf andere Compasse haben können, und wie viel Unordnung durch Nordscheine darin erregt werden kann, nähmlich: 1. im Schiffcompasse, worauf vieler Menschen Leben und Wohlfahrt beruht; 2. im Landmessercompasse; 3. im Markscheidercompasse; 4. im Erzsuchercompasse.

Nach der Zeit hat Andreas Hellant[m]) in den nördlichsten Theilen von Schweden verschiedene Beobachtungen mit vielen und großen Magnetnadeln angestellt, und dabey sowohl ihre täglichen Aenderungen sehr merklich gefunden, als auch ihre unordentlichen Bewegungen bey einigen starken Nordscheinen bemerkt.

Auch Canton[n]) stellte in England Beobachtungen über die täglichen Abweichungen der Magnetnadel

m) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. Th. XVI. S. 68.

n) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 398.

nadel an, und theilte seine Versuche hierüber im Jahr 1759 der königlichen Societät der Wissenschaften mit. Er hatte seine Beobachtungen vom Ende des Jahrs 1756 an 603 Tage lang fortgesetzt, und diese tägliche Veränderung an 574 Tagen regelmäßig gefunden. Die westliche Abweichung der Nadel nahm von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zu; alsdann stand die Nadel eine Zeitlang stille, endlich gieng sie wieder zurück, bis sie in der Nacht oder am nächsten Morgen wiederum in ihre vorige Stellung zurückkam. Unregelmäßige Veränderungen hat er weniger gefunden, und wenn sich solche ereigneten, waren sie fast jederzeit mit einem Nordlichte begleitet.

Canton sucht den Grund der täglichen Veränderung der Magnetnadel in der durch die Wärme geschwächten magnetischen Kraft, und beweißt dieses durch folgende Versuche: In der Gegend von Ost-Nord-Ost eines Compasses stellte er einen kleinen Magnet so weit davon, daß er im Stande war, mit der magnetischen Kraft des Südpols den Nordpol der Nadel auf 45 Grad nach Nordost zu halten; hierauf beschwerte er ihn mit einem hohlen Gewichte von 16 Unzen, und goß in selbiges 2 Unzen siedendes Wasser, wodurch der Magnet etwa 7 Minuten lang erhitzt wurde. In dieser Zeit gieng die Magnetnadel um $\frac{1}{4}$ Grad nach Norden zurück, blieb auf $44\frac{3}{4}$ Grad eine Zeitlang stehen, und kam in 9 Minuten wieder auf $44\frac{1}{2}$ Grad, nach einigen Stunden aber erst wieder auf 45 Grad. Er nahm ferner zwey Magnete, und stellte sie auf jeder Seite des Compasses so, daß die Südpole derselben den Nordpol der Magnetnadel gleich stark zogen; nahm er nun einen weg, so brachte der andere die Magnetnadel

auf 45 Grad. Beyde Magnete wurden mit hohlen Gewichten, jedes von 16 Unzen, beschwert, und in den östlichen 2 Unzen siedendes Wasser gegossen. In der ersten Minute bewegte sich die Magnetnadel um $\frac{1}{2}$ Grad, und kam nach 7 Minuten auf $2\frac{3}{4}$ Grad; hier blieb sie eine Zeitlang stille stehen; nach 34 Minuten aber, von der ersten Bewegung an gerechnet, gieng sie wieder zurück auf $2\frac{1}{2}$ Grad, und in 50 Minuten auf $2\frac{1}{4}$ Grad. Nun wurde das westliche Gewicht mit 2 Unzen siedendes Wasser angefüllt, und er bemerkte, daß die Nadel in der ersten Sekunde auf $1\frac{1}{4}$ Grad stand; nach 6 Minuten auf $\frac{1}{2}$ Grad der andern Seite zeigte, und ungefähr 40 Minuten hernach die anfängliche Stellung wieder erlangte.

Hieraus erklärt nun Canton die regelmäßige Veränderung der Magnetnadel auf folgende Art: würden nämlich in den Morgenstunden die östlichen magnetischen Theile der Erde eher erwärmt, als die westlichen, so würde dadurch die magnetische Kraft geschwächt, und die Nadel müsse sich mehr nach Westen bewegen; wenn aber auch die Westseite erwärmt würde, und die Wärme auf beyden Seiten gleich hoch gestiegen wäre, so müsse die Nadel eine Zeitlang stille stehen, und die Abweichung ihr Größtes erreicht haben; wenn sich hierauf in den Nachmittags- und Abendstunden die östliche Seite eher als die westliche abkühlte, so müsse die magnetische Kraft der westlichen Theile der Erde geschwächt werden, und die Magnetnadel müsse wieder so weit zurückgehen, bis auf beyden Seiten eine gleiche Temperatur statt fände, da alsdann die westliche Abweichung ein Kleinstes würde. Nach dieser Theorie muß die tägliche Veränderung im Sommer größer, als im Winter,

seyn;

seyn; auch ist sie in der That im Junius und Julius fast doppelt so groß, als im December und Januar, gefunden worden.

Carl Wilke o) hatte bey der gemeinen Methode, die Abweichung der Magnetnadel auf dem festen Lande zu finden, wegen der zu ziehenden Mittagslinie Schwierigkeiten gefunden, und darin den Grund vermuthet, warum die Abweichung selten und an sehr wenig Orten wirklich erforscht und untersucht werden könne. Die Mittagslinie zu bestimmen erfordere oft längere Zeit, als man sich, z. B. auf Reisen, an einem Orte aufhalten könne; es gehöre dazu sowohl eine gute Uhr, als andere dienliche Werkzeuge, die man nicht allemal haben könne, und daher versäume man diese Beobachtung oftmals, weil man sie nicht mit gehöriger Sicherheit anstellen könne. Er selbst habe sich oft in solchen Umständen befunden, und sey dadurch veranlaßt worden, auf eine Methode und auf ein Werkzeug zu denken, wodurch sich die Abweichung im freyen Felde erforschen ließe, ohne daß die Mittagslinie oder andere nach den Weltgegenden gezogene Linien gegeben wären. Uebereinstimmende Sonnenhöhen schienen ihm dazu das beste Hülfsmittel zu geben. Hierauf gründete er die Vorrichtung eines Abweichungscompasses, womit er zur Probe die Abweichung zu Stockholm, auf der Anhöhe, wo das Observatorium liegt, untersucht hat. Der Versuch ward auf zweyerley Arten in Gegenwart des Ritters Wargentin angestellt:

1763

o) Abhandl. der schwed. Akad. d. Wissensch. B. XXV. S. 154. ff. der deuts. Uebers.

1763 am 18. May. Vermittelst des Instruments allein, das nach den Sonnenhöhen gestellt war, fand sich das Mittel aus mehreren Abweichungen der Nadel 11° 50′ 45″ westlich; übereinstimmende Zeiten Vor- und Nachmittags gaben die Abweichung im Mittel 11° 49′ 30″ westlich. Vermöge eines Mittels aus beyden Beobachtungen schien es also, daß sich die Abweichung für diesen Tag mit Sicherheit auf 11° 50′ setzen lasse, welche vermöge der einzelnen im Mittage selbst erhaltenen Beobachtung 11° 45′ gefunden ward, und, wie die übrigen, nicht über 5 Min. von dem gefundenen Mittel abweicht.

Am 13. Juni fand man vermittelst übereinstimmender Sonnenhöhen die Abweichung im Mittel 11° 56′.

Ueber die Neigung der Magnetnadel hatten bereits Pound, Cunningham, Noel, Feuillée und Andere merkwürdige Beobachtungen angestellt, welche bereits im 3ten Bande S. 538 u. f. angeführt worden sind. Diese Beyspiele würden ohne Zweifel Mehrere aufgemuntert haben, dergleichen Beobachtungen weiter zu verfolgen und zu vervielfältigen, wenn man nicht unglücklicher Weise der Meynung gewesen wäre, daß sich zwischen den Beobachtungen so einsichtsvoller Männer so viel Unterschied finde, daß die Sache dadurch von neuem verwickelt werde, und man alle Hoffnung verlor, wirklichen Nutzen daraus zu ziehen. In der That sind auch seitdem keine Neigungscompasse in offener See gesehen worden, bis Herr de la Caille 1750 und nachher Eckeberg damit Versuche unternommen haben.

Auf dem festen Lande hingegen haben sich mit diesem Gegenstande von Zeit zu Zeit verschiedene Gelehr-

lehrte beschäfftigt. Zuletzt hatte Graham in England gefunden, daß sich die Neigung in London zwischen 74 und 75 Grad hielt. Nicht lange darnach unternahm es auch Musschenbroek [p]) zu Leyden, mehrere Versuche über die Neigung der Nadeln anzustellen. Er fand, wie Whiston in England, daß ungleiche Nadeln eine große Verschiedenheit in der Neigung zeigten; die eine Nadel war 48 Zoll lang, und neigte sich auf 67 Grad, die andere war 42 Zoll lang, und zeigte eine Neigung von 72 Grad, und endlich die dritte Nadel war 2 Fuß lang, und wieß nur 60 Grad. Er gab hierauf viele Jahre lang auf die längste Nadel genau Acht, und fand, daß sie fast nie stille stand, sondern sich immer änderte, aber so, daß er keine Ordnung der Aenderungen entdecken konnte. Dieß veranlaßte ihn auch, sowohl die Untersuchung der Schwierigkeiten, die bey der Zurichtung einer solchen Nadel vorfallen, aufs allerweiteste zu treiben, als auch die Meynung zu behaupten, die ungleiche Länge der Nadeln, und die Veränderlichkeit der magnetischen Kraft selbst, verursache diese Unterschiede, mache die Beobachtungen beschwerlich und unsicher, und nehme alle den Nutzen weg, der davon zu erlangen wäre [q]). Dadurch sind sehr Viele zurück gehalten worden, sich weiter damit einzulassen. Indessen haben sich doch einige Wenige mit diesem Gegenstande beschäfftigt, und die Neigung der Magnetnadel an einigen Orten aufs genaueste beobachtet. Andreas Celsius [r]) hatte im Jahr 1737 die Neigung

p) Diss. de magnete. p. 200 sqq.

q) Introduct. ad philos. natur. T. I. p. 333.

r) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. VI. S. 10. f. d. d. Uebers.

gung der Magnetnadel in Torneå 78 Grad 5 Minut. gefunden. Das Instrument, womit er diese Beobachtung angestellt hatte, war von Paris; er bestellte sich aber nachher ein anderes bey Graham in London, welches der Instrumentenmacher Sisson verfertigt hatte. Es bestand aus einem messingenen Kreise, welcher auf einem messingenen Fuße auf einer runden Scheibe, mit drey Schrauben darin, steht. Der Kreis ist in seine Grade getheilt, und jeder Grad nur in halbe, so daß an beyden Enden 0 Gr. an dem wagrechten Durchmesser steht, und von da an sowohl nach unten als nach oben 90 Gr. gezählt werden, welche Zahl auf den Durchmesser kommt, der lothrecht auf die Fläche der runden Scheibe auf dem Fuße steht. Durch den Mittelpunkt des Kreises geht ein messingenes Lineal lothrecht, und ein anderes wagrecht, mit welchem ein dergleichen Lineal parallel in einer Entfernung von 5 Linien geht. Auf diesen parallelen Linealen, dem Mittelpunkte des Kreises gegen über, sind kleine Halbzirkel von $\frac{2}{3}$ Linien im Durchmesser, worin die zarten Axen der Magnetnadel wie in Pfannen frey und ungehindert spielen. Die Nadel selbst war 5 geom. Zoll und 2 Linien lang, oder fast so groß, als des Zirkels innerer Durchmesser, $1\frac{1}{5}$ Linie breit, dünner wie eine Uhrfeder und wog 18 Aß Dukatengewicht. Der Kreis ist in einem viereckten hölzernen Behältnisse, mit einer Glasthüre davor, befestigt, durch welche man den Stand der Nadel sehen kann, ohne daß die äußere Luft sie berührt. Wenn er die Beobachtung anstellen wollte, so mußte die messingene Scheibe am Fuße durch die Schrauben wagrecht gestellt werden, welche man mit einem gläsernen Wasserpasse, der oben eine Luftblase hatte, prüfte. Mit diesem

Werk-

Werkzeuge hat Celsius im Jahr 1743 zu Upsal verschiedene Beobachtungen über die Neigung der Nadel angestellt, welche er bey allen Umwechselungen der Nadel nicht über 10 Minuten verschieden fand. Er glaubte, daß man sicher genug annehmen könne, die Neigung der Nadel sey in Upsal ungefähr 75 Grad.

Zu Memel hat Duhan de Jandun 1732 die Neigung etwa 72 Grad gefunden [s]). Insgemein aber ist diese Sache auf eine außerordentliche Art versäumt worden, welche Nachlässigkeit immer mehr und mehr zugenommen hätte, wenn nicht eine merkliche Aufmunterung neue Lust dazu erregt hätte.

Mit allem Rechte fängt daher eine neue Periode dieses wichtigen Gegenstands von der Zeit an, da die königl. Societät der Wissenschaften zu Paris im Jahr 1741 die Preisfrage aufgab, die Neigungsnadeln zu verbessern, und Bernoulli'n in Basel den Preis ertheilte, welcher die Ursachen der Fehler der Neigungsnadeln, und die Mittel, ihnen abzuhelfen, abgehandelt hatte [t]). Diese Mittel bestehen darin, daß sich die Nadeln nur auf wagrechten Ebenen drehen müssen, und daß man es durch hinzugesetzte Gewichte so einrichten müsse, daß die eigene Last der Nadel, die durch eine schädliche Beugung allemal ihren Schwerpunkt senkt, ihr eben die Stellung giebt, die ihr die magnetische Kraft geben will.

Inzwischen hatte der Herr de la Caille [u]) in den Jahren 1750 bis 1754 auf seinen Reisen aus Frank-

s) Nouv. biblioth. german. T. XVIII. p. 388.

t) Pièces sur les boussoles d'inclinaison. à Paris 1748. Mémoir. sur la manière de construire les boussoles d'inclin. pour concourir aux prix de l'année 1743.

u) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1754.

Frankreich nach Südamerika, dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Isle Royale und auf dem Rückwege Beobachtungen über die Neigung angestellt. Er bediente sich hiezu eines Compasses, welchen Magny im Jahr 1744 für die Akademie verfertigt hatte. Die Nadel war 6 Zoll lang, und hieng in der Mitte eines kupfernen Ringes, der an beyden Seiten mit Glas genau geschlossen war. Diesen Ring konnte man wie die gewöhnlichen Astrolabien befestigen, um damit zur See Beobachtungen anzustellen, oder auch auf dem Lande auf einen hölzernen Fuß zu stellen. Auf der äußern Seite der Aufhängung war eine Lilie eingegraben, um die beyden Seiten gehörig von einander unterscheiden zu können.

Aus einer großen Anzahl gemachter Beobachtungen während der Reise und der Rückkehr fand man, nachdem die Seite, auf welcher die Lilie war, nach Norden gekehrt war, beynahe die nämliche Neigung, als da man sie nach Süden richtete. Wenn aber die Neigung südlich ward, so gab die Nadel einen von 3 bis zu 4 Grad verschiedenen Ausschlag. Die Beobachtungen, welche de la Caille angestellt hat, sind folgende:

		Länge westliche		Breite nördliche		Neigung der Nadel
1750. Dec.	3	21°	0′	30°	35′	66°
	5	22	20	28	0	64
	7	24	0	13	44	60
	13	29	12	14	44	50
	17	26	40	8	23	43
	18	27	0	7	6	43
	25	25	55	$5\frac{1}{2}$	ohng.	$37\frac{1}{4}$
	25	27	50	4	2	35
	31	30	0	2	49	$30\frac{1}{2}$
1751. Jan.	5	31	20	0	54	29

Länge

		Länge westliche		Breite südliche		Neigung der Nadel	
1751 Jän.	6	31°	55′	0°	12′	26½	
	8	32	50	2	25	22½	
	9	33	20	3	30	21	
	11	34	0	6	10	16	
	13	33	40	8	55	10	
	14	33	50	10	13	7½	
						Richtung der Lilie nach Süd	nach Nord
	16	35	0	13	5	1½°	0°
	17	35	30	14	32	3	1½
	19	37	30	18	19	11	10
	21	40	0	20	55	17	15½
zu Rio Janeiro Febr.	4	45	0	22	54	20¾	19¼
März	7	32	20	33	39	36	34¼
	16	11	40	35	35	39½	38
	18	7	50	34	39	39	38
	20	6	45	35	50	40	38
	22	3	0	36	1	40½	39
		östlich					
	25	2	10	36	32	42½	41
	27	6	55	36	26	43½	42
	30	12	45	33	56	43	41
Auf dem Cap der gut. Hoffn. Apr.	26	16	10	33	55	44½	41⅚
1752 April	13	16	10	33	55	44½	41⅓
1754 auf Isle de France Jan.	11	55	8	20	10	53	51 7/12
auf Isle de Bourbon Febr.	20	53	10	20	52	55⅓	53 5/12
März	2	50	0	23	27	56	53
	5	44	40	28	38	57	54
	7	39	50	30	56	58	54½
	9	36	15	32	35	55½	53½
	12	29	30	35	8	55	52
	17	26	30	34	1	53	51
	19	22	30	34	51	54	49¼
April	1	6	15	27	30	40	38
	5	1	20	23	47	25½	24
		westlich					
Auf der Straße	8	4	30	18	29	15¼	14½

Länge

		Länge westliche		Breite südliche		Neigung Richtung nach Süd	der Lilie nach Nord
nach der Insel St. Helena April	10	8°	17′	15°	6′	9½°	8½°
	12	11	15	11	2	1	1
auf der Insel Ascension	17	16	19	7	56	11	11⅓
	22	20	13	4	52	18½	18½
	24	22	31	2	52	22	22
	27	25	4	0	11	27½	27½
				nordlich			
	29	26	45	2	58	33¼	33¼
May	4	32	0	6	39	39¼	39¼
	6	36	15	10	3	43	43
	8	38	30	14	5	48½	48½
	11	40	10	20	44	57	57
	13	41	10	24	59	61	61
	22	42	0	34	41	68½	
	24	37	50	38	34	71	
	27	30	40	43	39	73¾	
	29	23	45	44	45	74½	
	31	16	30	45	59	74	
Juni	14	5	43	47	45	72	
zu Paris Sept.	22	0	0	49	51	72¼	

Daniel Bernoulli x), welcher in einem anderen Aufsatze über die Neigungsnadeln ausführlicher handelt, bemerkt, daß der verschiedene Ausschlag, welchen de la Caille's Nadel gab, wenn die Neigung südlich ward, von einem Fehler des Werkzeugs herrühre. Nach Bernoulli's Meynung ist die beste Form der Nadeln die eines in die Länge gezogenen Weberschiffchens, oder die einer platt geschlagenen Spindel, welche sich auf beyden Seiten in Spitzen endigt. Ihre Länge setzt er zwischen 4 bis 16 Zoll, indessen zieht er doch die längern den kürzern vor, weil man ihnen eine stärkere magnetische Kraft mittheilen, und sie

x) Journal des savans. an. 1757. Janv. p. 27. sqq.

sie daher empfindlicher machen könne. Er hat es bequem gefunden, ihnen die Länge von 16 Zoll, die Breite in der Mitte von 3 bis 4 Linien, und die Dicke ein wenig über 1 Linie zu geben; eine solche Nadel wog ohngefähr 600 Gran. Die übrige Einrichtung dieser Nadeln ist folgende: in der Mitte derselben werden zwey kleine Stiftchen zu beyden Seiten angebracht, deren Axen genau in einer geraden Linie seyn müssen, welche völlig senkrecht auf der Vertikalebene seyn muß, in der sich die Nadel drehen soll. Diese zwey Stiftchen müssen polirt, vollkommen rund, und einander genau gleich seyn; ihre Dicke beträgt ohngefähr ½ Linie, und sie müssen auf zwey Glasstücken aufliegen, welche sich so viel möglich in einerley horizontalen Ebene befinden. Uebrigens hat man wohl in Acht zu nehmen, daß die Nadel bis dahin nicht den geringsten Magnetismus annehme. Nun kommt es aber vorzüglich darauf an, daß die Nadel gegen alle ihre Lagen gleichgültig sey, was für eine Neigung man ihr auch gebe. Allein Bernoulli bemerkt, daß es unmöglich sey, dieß mit der erforderlichen Genauigkeit auszuführen; denn der Schwerpunkt der Nadel müsse genau in der gemeinschaftlichen Axe der beyden Stifte, um welche sich die Nadel dreht, befindlich seyn; dieß sey aber geometrisch betrachtet unmöglich. Daher suchte er die Nadel so einzurichten, daß ihre eigene Last ihr eben die Stellung giebt, welche ihr die magnetische Kraft geben will. Zu dieser Absicht ist ein messingener in 360 Grade getheilter Kreis von ohngefähr 4 Zoll im Durchmesser nöthig, der mit demjenigen verbunden wird, auf welchem die Neigunsnadel Grade zeigen soll, und sein Mittelpunkt liegt in der Axe der kleinen Wellen der Nadel; die Linie durch den Mittelpunkt auf der Ebene dieses Krei-

ses senkrecht nach der Länge der Nadel gezogen trifft gerade den Anfangspunkt der Theilung desselben; hiernächst wird auf derselben Seite an die kleine Welle der Nadel eine kleine Nadel angebracht, welche derjenigen ähnlich ist, die die Minuten auf einer Uhr zeigt, so daß man sie um die kleine Welle herumdrehen kann; diese kleine Nadel nennt Bernoulli den Aequationsweiser (l'aiguille d'équation); ihr Gewicht muß ohngefähr den 60ten Theil der großen Nadel betragen. Hierauf richtet man den Aequationsweiser nach Null der Eintheilung, bringt die große Nadel auf ihre Lager, und ins Gleichgewicht, so daß sie in horizontaler Lage ruht. Durch Hülfe dieses Aequationsweisers kann man der großen Nadel eine Neigung geben, welche man will, wenn man sie nämlich herumdreht. Hiebey bemerkt Bernoulli, daß man genau untersuchen solle, auf welche Grade man den Aequationsweiser stellen müsse, wenn die große Nadel eine Neigung von 5, 10, 15, 20 u. s. Grad zeigen soll. Nach allen diesen Vorrichtungen wird die große Nadel magnetisirt, und Bernoulli versichert, daß ein solcher Neigungscompaß alle nur mögliche Vollkommenheit besitzt, die man verlangen kann.

Bernoulli hat zugleich die vordem nicht genau bekannte Eigenschaft dieser Nadeln genauer erläutert, und gezeigt, daß sie an einem und demselben Orte in ungleichen Vertikalflächen ganz ungleiche Neigungen angeben können, welche alle größer sind, als ihr rechter oder höchster Stand im magnetischen Meridiane; daß sie aber allezeit der Regel folgen: der Sinus totus verhält sich zur Cotangente der Hauptneigung der Nadel im Meridiane, wie der Cosinus

sinus der Abweichung der Vertikalfläche von diesem Meridiane zur Cotangente der wirklichen Neigung der Nadel in dieser Vertikalfläche. Daraus folgt, wie es auch die Erfahrung beweißt, daß die Nadel sich an allen den Orten, wo ihr rechter Stand gegen den Horizont geneigt ist, im Meridiane selbst am höchsten hält; sich aber in allen anderen Ebenen mehr niederwärts neigt, bis sie in der Ebene, die mit dem Meridiane rechte Winkel macht, völlig lothrecht steht. Wo die Nadel in ihrem Meridiane horizontal ist, kann sie in den erwähnten Ebenen alle mögliche Stellungen bekommen. Ist aber die magnetische Richtung selbst lothrecht, so behält auch die Nadel diesen Stand, auf welche Seite auch das Instrument gewandt wird. Alles dieß rührt daher, weil die Nadel genöthigt ist, sich in eine Vertikalfläche zu schwingen. Wäre sie völlig frey, so würde sie sich sogleich vollkommen in die magnetische Richtung stellen. Diese ungleichen Neigungen geben die beste Anleitung, die Güte einer Nadel zu prüfen, man sieht auch daraus, wie viel daran gelegen ist, die Neigung im magnetischen Meridiane selbst zu beobachten, und um wie viel diejenigen haben fehlen können, welche diesen Umstand nicht gewußt, oder nicht in Acht genommen haben.

Bernoulli blieb in diesen Untersuchungen nicht bey bloßen Speculationen stehen, sondern ließ durch Dietrich, einem geschickten Künstler zu Basel, 12 Nadeln von ungleicher Länge verfertigen, die alle aufs genaueste mit der angeführten Regel übereinstimmten, und die Neigung zu Basel $71\frac{1}{2}$ Grad angaben, welche vor dem Erdbeben 72 Grad nordlich war. Eines dieser Werkzeuge ward Euler'n nach Berlin gesandt, dessen Einrichtung er auch ausführlich beschrieben

 hat.

hat y). Und da dabey erfordert wird, daß die Nadel bey Eintheilung des Aequationsringes ohne alle magnetische Kraft sey, welches bey einer gehärteten Nadel schwer zu erhalten steht, so hat er gezeigt, wie man mit einer schon magnetisirten Nadel aus drey zusammengehörigen Beobachtungen die Neigung finden und berechnen könne. Diese fand sich 1757 zu Berlin 71° 45 Min. nordlich, wobey die Theorie dieses Werkzeuges so ausführlich abgehandelt ist, daß man darüber wenig mehr verlangen kann. Inzwischen hat Niemand aus diesen Entdeckungen weiteren Nutzen gezogen, noch viel weniger Versuche auf der See damit angestellt, sondern die Meisten haben die einfachen Nadeln beybehalten.

Auch hatte Bernoulli dem Hrn. de la Caille ersucht, mit seinem von Magny verfertigten Neigungscompasse Versuche anzustellen, um seine kurz zuvor angeführte Regel einer Probe zu unterwerfen. Zu dem Ende legte er am 30. April 1757 auf einer völlig wagrechten Ebene eine kupferne mehr als 2 Fuß ins Gevierte habende Platte, auf welcher aus einem Punkte ein Kreis beschrieben war, der genau von 10 zu 10 Graden durch ausgezogene Durchmesser eingetheilt war. In der Mitte dieses Kreises war ein Stift senkrecht aufgerichtet, auf welchem er eine Magnetnadel von 4 Zoll Länge spielen ließ; hiernächst drehte er die kupferne Platte wagrecht so lange, bis er versichert war, daß die Nadel genau über einem Durchmesser spielte, welchen er als den magnetischen Meridian annahm. Hierauf brachte er seinen Neigungscompaß über alle übri-

y) Mém. de Berlin 1755. herausgek. 1757. p. 117. théorie de l'inclinaison de l'eguille magnetique, confirmée par des experiences.

übrige auf der kupfernen Platte gezogenen Durchmesser, und fand folgende Resultate:

Abweichung vom magnetischen Meridian	beobachtete Neigung Abweich. war nach N. O.		beobachtete Neigung Abweich. war nach S. W.		beobachtete Neigung Abweich. war nach N. W.		beobachtete Neigung Abweich. war nach S. O.		berechnete Neigung	
0°	71°	45′	72°	0′	72°	0′	72°	0′	72°	0′
10	72	0	72	15	72	15	72	0	72	15
20	72	15	73	10	73	0	72	30	73	1
30	73	45	74	30	74	30	74	0	74	17
40	75	30	76	0	76	0	75	30	76	1
50	77	30	78	0	77	45	77	45	78	12
60	80	15	80	45	80	30	80	30	80	46
70	83	30	84	0	83	45	83	45	83	39
80	86	30	87	0	86	30	86	45	86	46
90	90	0	90	0	90	0	90	0	90	0

Bruggmann [z]) hat auch eine ganz neue Art angegeben, die Neigung der Nadel mit einer eisernen Stange und dem Abweichungscompasse zu finden. Er gebrauchte hiezu eine 10 Zoll lange einfache, obwohl nach Euler's Art mit zugesetztem Gewichte abgewogene Nadel, womit er 1764 zu Franecker die Neigung 72 Grad 12 Minut. fand.

Wilke bemerkt, daß alle diese Einrichtungen jede für sich ihre Vorzüge und Mängel haben, und daß sich auf dem festen Lande dadurch die Neigung mit hinlänglicher Sicherheit finden lasse; allein was am meisten fehle, sey eine geschickte Anwendung davon zum Nutzen und Dienst der Seefahrenden, woran bisher Niemand mit Fleiß gearbeitet habe. Die Nadel, welche Bernoulli vorgeschlagen habe, die auf Quecksilber oder im Wasser schwimme, werde schwerlich so bald zu bewerkstelligen seyn. Das meiste komme

z) Tentam. philos. de materia magnetica p. 107. 217.

me auf eine dienliche Stellung der schon erfundenen an, die man zu Lande brauche, in welcher Absicht auch Herrn Magnys Compasse die besten gewesen seyn, ob sie gleich wegen neuerer Entdeckungen Verbesserungen nöthig hätten.

Wilke fieng daher an, mit dergleichen Neigungswerkzeugen zum Gebrauche der Seefahrenden Versuche zu machen, welche bisher bey dem Werkzeuge geblieben waren, das der Capitain Ekeberg auf seiner ostindischen Reise mit sich geführt hatte. Dieß war noch unvollkommen; aber die damit gemachten Beobachtungen mit andern verglichen gaben ihm die beste Hoffnung, daß solche Werkzeuge durch neuere Verbesserungen eine erforderliche Genauigkeit erlangen könnten, und mit der Zeit Seefahrenden merklichen Nutzen bringen würden. Er sagt, was die Ueberzeugung hievon am meisten gehindert habe, sey, daß man in den bisher angestellten Beobachtungen nie einige Uebereinstimmung habe finden können. Die Unvollkommenheit der Werkzeuge, Unwissenheit, wie sich die Nadel verhalte, und Mangel an genugsamen Versuchen hätten jedes für sich viel dazu beytragen können; aber man habe auch diese Uebereinstimmung nicht allemal auf dem rechten Wege gesucht. Meistens habe man, wie vormals mit den Abweichungen, die Ordnung der Neigungen nach den geographischen Abtheilungen der Länge und Breite der Erde gesucht, womit sie doch nicht die geringste Gemeinschaft habe. Die Erde wirke an und für sich selbst wie ein großer Magnet, der alle unsere Magnetnadeln regiere, und rings um sich her ihnen die Lagen und Stellungen gebe, die Feilspäne um jeden Magnet annähmen, und die sich nur nach den Polen dieses großen Magnets

und der magnetischen Abtheilung richteten, ohne Rücksicht auf die Bewegungen und Lage, welche dieser Magnet gegen andere Himmelskörper habe, worauf dessen geographische Eintheilung beruhe. Daher sey es seiner Einsicht nach vergebens, an Magnetnadeln ohne Abweichung und Neigung zu arbeiten. Alles, was wir damit ausrichten könnten, wäre, durch beobachtete Stellungen der Nadel gegen die Weltgegenden des von uns bewohnten großen Magnets Pole und Abtheilungen zu erforschen, und auf die Veränderung seiner magnetischen Eigenschaften Acht zu geben. Zu dieser Absicht sey es nöthig, gleichsam von einer Höhe herab die Erdkugel wie mit Magnetnadeln bestreuet zu betrachten, und aus der Uebereinstimmung ihrer Stellungen mit den Stellungen der Feilspäne um einen gewöhnlichen Magnet auf die magnetische Abtheilung der Erde zu schließen. Man könne aber diese Absicht viel leichter und sicherer erreichen, wenn man auf einer etwas großen Erkugel Magnetnadeln in der Stellung und an den Orten zeichnet, wie sie wirklich beobachtet worden sind. Diese machten natürliche Feilspänreihen aus, deren Strich die magnetischen Meridiane zu erkennen gäben. Auch auf einer Charte ließe sich dieses bewerkstelligen, aber es falle da nicht so gut in die Augen, daher auch Halley bey den Abweichungen eine andere und nützlichere Methode gebraucht habe, die Lage der Nadeln durch gewisse gezogene Linien zu erkennen zu geben, und solcher Gestalt das ganze Magnetsystem auf eine auch den Seefahrern unmittelbar nützliche Art vorzustellen. Dieß bleibe auch bey der Vorstellung des magnetischen Neigungssystems der einzige und beste Ausweg, weil sich alle diese Nadeln gegen die Erdfläche neigten, und solcher Gestalt nur in Profilen vorgestellt werden könnten,

wovon doch eine unendliche Menge erfordert werden würde, die deßwegen nicht zu bewerkstelligen sey. Bisher ist solches aus Mangel hinreichender Beobachtungen unmöglich gewesen, durch Ekeberg's Beobachtungen aber bekam Wilke gleichsam den Schlüssel, einen Versuch damit zu machen. Ekeberg's Beobachtungen sind auf einer Reise nach und von Canton 1766 und 1767 angestellt worden, und in folgender Tabelle enthalten. Das Zeichen N. u. bedeutet so viel, daß sich das nordliche Ende der Nadel unter die wagrechte Linie neigte, und N. o., daß es über ihr stand.

		Breite	Länge	Neigung	Abweichung
1766					
Jan.	16	62° 40' N.	6° 34' O.	81° 15' N.u.	24° 30' W.
April	7	7 45 —	2 32 W.	42 15 — —	7 45 —
	15	0 49 S.	4 11 —	30 0 — —	6 11 —
May	2	19 37 —	11 16 —	7 15 — o.	1 48 O.
	24	32 12 —	22 27 O.	41 35 — —	14 0 W.
Jun.	6	35 25 —	52 40 —	50 0 — —	26 30 —
	10	35 37 —	60 52 —	54 15 — —	27 30 —
	20	35 32 —	87 53 —	62 30 — —	21 15 —
	30	30 11 —	115 30 —	55 30 — —	— — —
Jul.	4	27 30 —	119 29 —	54 0 — —	8 15 —
	9	19 34 —	126 27 —	53 0 — —	4 0 —
1767					
März	31	29 29 —	56 20 —	55 0 — —	24 10 —
April	2	30 30 —	53 16 —	55 30 — —	25 0 —
	4	32 44 —	46 0 —	51 0 — —	24 0 —
	23	33 17 —	32 14 —	47 0 — —	18 0 —
	28	29 20 —	27 23 —	40 30 — —	— — —
May	1	26 52 —	26 42 —	36 0 — —	— — —
	3	24 26 —	24 45 —	29 30 — —	— — —
	6	20 12 —	19 11 —	19 30 — —	13 30 —
	8	17 22 —	16 13 —	10 0 — —	12 15 —
	17	15 40 —	10 15 —	4 20 — —	11 0 —
	18	14 26 —	9 0 —	2 50 — —	10 30 —
	19	13 35 —	8 10 —	0 50 — —	— — —
	20	12 29 —	7 8 —	1 0 N.u	9 5 —
	21	11 14 —	6 0 —	2 30 — —	— — —

Monat	Tag	Breite	Länge	Neigung	Abweichung
	22	9° 46′ S.	4° 39′ O.	7° 0′ N.u.	8° 10′ W.
	23	8 23 —	3 27 —	10 0 — —	— — —
	25	7 49 —	3 0 —	13 30 — —	7 15 —
	27	6 17 —	0 46 —	17 0 — —	6 50 —
	28	4 51 —	0 53 W.	20 0 — —	— — —
	29	3 41 —	2 32 —	23 15 — —	— — —
	31	1 33 —	5 22 —	26 0 — —	— — —
Jun.	1	0 4 N.	6 42 —	32 0 — —	— — —
	2	2 30 —	7 41 —	37 30 — —	— — —
	3	4 35 —	8 29 —	39 30 — —	— — —
	5	6 4 —	8 46 —	40 45 — —	— — —
	7	7 11 —	9 4 —	41 37 — —	4 23 —
	12	8 23 —	9 20 —	42 0 — —	— — —
	16	10 44 —	11 2 —	45 30 — —	3 45 —
	17	12 5 —	12 19 —	48 0 — —	— — —
	18	13 54 —	13 30 —	51 0 — —	— — —
	19	15 22 —	14 54 —	53 0 — —	— — —
	20	17 7 —	16 10 —	55 30 — —	3 49 —
	21	19 3 —	17 13 —	57 0 — —	— — —
	22	21 7 —	18 21 —	59 0 — —	— — —
	23	23 7 —	19 26 —	60 30 — —	— — —
	24	24 58 —	20 27 —	62 30 — —	— — —
	25	26 50 —	20 22 —	63 45 — —	— — —
	26	28 56 —	20 8 —	64 45 — —	— — —
	27	30 34 —	19 34 —	67 30 — —	— — —
	28	32 46 —	19 43 —	68 45 — —	— — —
	29	34 45 —	20 7 —	69 15 — —	— — —
	30	35 57 —	20 0 —	70 0 — —	11 15 —
Jul.	4	35 53 —	18 38 —	70 45 — —	— — —
	6	36 54 —	18 46 —	71 30 — —	— — —
	7	38 33 —	12 56 —	73 30 — —	12 22 —
	10	in Fayals	Rhede	72 0 — —	— — —
	22	40 33 —	11 22 —	72 30 — —	— — —
	28	47 10 —	0 55 O.	73 0 — —	— — —

Der Neigungscompaß, womit Ekeberg die- se Beobachtungen angestellt hat, bestand aus einem vertikal hangenden messingenen Ringe, der sich genau nach dem magnetischen Meridian stellen ließ, und mit ei- nem doppelten Kreuze vergliedert war. Die Nadel, aus

ungehärtetem Stahl, aber wohl gehämmert, war einfach, weil die zusammengesetzten bisher nicht hatten glücken wollen. Ihre Länge betrug 10 schwed. Zoll, und die Breite 2 Linien, sie rollte mit ihren Axen auf gläsernen Cylindern, die mit stählernen Schrauben versehen waren und mit 2 Zangen, mit welchen die Axen der Nadel allezeit behend im Mittelpunkte der Ritze gehalten wurden. Durch vier Umwechselungen und entgegengesetztes Streichen konnte auch sowohl die Nadel, als das Werkzeug allemal berichtigt werden, und man konnte damit viel verschiedene Beobachtungen in kurzer Zeit anstellen, aus welchen man nachher ein Mittel nahm.

Diese Beobachtungen Ekeberg's gaben, wie gesagt, Wilke'n den Schlüssel zu dem vorher Bekannten, so daß er es wagen konnte, eine Abweichungscharte zu entwerfen. Auf dieser Charte sind die Längen und Breiten aller Oerter verzeichnet, wo eine Neigung beobachtet worden ist. Die Größe der Neigung ist dabey angezeigt, und durch die Stellen, wo man die Neigung gleich groß gefunden hat, sind krumme Linien oder sogenannte Neigungsparallelen von 5 zu 5 oder 10 zu 10 Graden gezogen worden, welche zugleich das Verhalten der Neigung an unzähligen andern Stellen auf der Erde angeben.

Die Beobachtungen selbst, welche Wilke in der Charte angeführt hat, sind die, welche Cunningham 1700, Feuillee 1710 und 1711, de la Caille 1750 bis 1754 und Ekeberg 1766 und 1767 gemacht haben.

Bey Vergleichung dieser Neigungen selbst und ihrer Vereinigung mit einander hat er folgendes vorausgesetzt:

1. Daß

1. Daß die Neigungen, wie die Abweichungen, mit der Zeit an einem Orte beständig seyn, an einem andern Orte abnehmen, und an einem dritten zunehmen können. Hieraus folge

2. daß ältere und neuere Beobachtungen an nahe bey einander gelegenen Oertern in der Charte nicht zusammengefügt werden müssen; sind aber die Oerter weit von einander entfernt, besonders in der Länge, so können die Linien mit Nutzen darüber hinweg gezogen werden, um einiger Maaßen den Zusammenhang und die Ordnung der Neigungen zu erforschen, und eine genauere Uebersicht zu erhalten.

3. Bey der jetzigen Unvollkommenheit der Werkzeuge muß man einen halben oder ganzen Grad nicht so scharf rechnen, aber für eine fehlerhafte Beobachtung diejenige ansehen, die 3 bis 5 Grade vom übrigen System abweicht. Indessen können

4. nicht alle kleine Abweichungen, welche in der Charte vorfallen, der Neigung allein zugeschrieben werden, ohne dabey mit auf die Längen und Breiten zur See zu sehen, die dabey angegeben worden sind. Wenn diese nicht auf die Zeit und Stelle passen, da die Neigung beobachtet worden ist, so kann die beste Beobachtung unnütz werden, welches deßwegen bey Feuillee's Beobachtungen sich mehrmals ereignet. Aus diesen Gründen sind auf Wilke'ns Charte um die Neigung 6 Linien gezogen, welche er auf folgende Art besonders erklärt:

Wenn man vom untern Theile von Amerika anfängt, so findet man die auf der Charte mit 75, 70, 65, 60 und 55 bezeichneten Linien nach Feuillee's zu seiner Zeit angestellten Beobachtungen gezogen. Je-

de dieser Linien ist zwar nur durch 2 gegebene Punkte gezogen, und könnte folglich unzählige Wege nehmen; aber Feuillee's übrige Neigungen von 50 bis 20 Grad zeigen wenigstens deutlich, daß diese Parallelen ihre Convexität nicht niederwärts kehren; daher auch Wilke den letztern eben die Krümmung gegeben hat, so lange sie sich über das feste Land von Amerika ziehen, um an diejenigen zu stoßen, die auf der andern Seite durch de la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen bestimmt sind. So zeigt auf dieser Seite die Charte eigentlich den Zustand der Neigung für die Jahre 1710 und 1711, und in Ermangelung neuerer Untersuchungen ließe sich nicht mit Gewißheit sagen, ob sie sich seitdem geändert habe oder nicht.

Ueber die See zwischen Amerika und Afrika, südwärts des Aequators, sind die Neigungsparallelen nach la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen gezogen, die auch hier mehr mit einander übereinstimmen, als man vermuthen konnte. Der magnetische Neigungsmeridian, oder die mit 00 bezeichnete Linie, über welcher die Nadel wagrecht gefunden worden ist, dient, nebst ihren auf beyden Seiten in fast gleichem Abstande gleichlaufenden Linien, 10,10 und 20,20 zum Grunde. Die Krümmung der Linien niederwärts erfordert sowohl die aus la Caille's Beobachtungen zwischen Rio Janeiro und dem Cap, als auch die von Ekeberg im 19. Grad der Breite gefundene Neigung von 7 Grad.

Eben der Linien Krümmung und parallelen Gang hätte Wilke nordwärts des Aequators beybehalten können, da Ekeberg's Beobachtungsstellen zwischen die des la Caille bey der Hin- und Herreise fallen. Auch stimmen sie hier ganz wohl überein,

ein, und die Linien 30, 40, 50, 55, 60, 65 sind darnach gezogen. Bey 30 bemerkt Wilke, daß, wie Ekeberg auf der Hin- und Herreise diese Neigung fast unter dem Aequator südlich gefunden hat, des la Caille bey der Hinreise dazu gehörige aber, 26, 29, 30½, einen viel größern Abstand zwischen 29 und 30½ gebe, der um 1½ Grad weniger unterschieden sey als 26 und 29, welche sich um 3 Grad unterschieden, so hat Wilke die mittlere 29 für die richtigste genommen, und darnach die Linien gezogen.

Diesen Gang bestätigen die obersten Linien 70 und 75 noch mehr. Die letztere beruht auf den Neigungen 74 und 74½, die la Caille im 45. und 46. Grad nördlicher Breite auf dem Meere gefunden hat; sie ist nachher über London gezogen, wo Graham 74 bis 75 gefunden hat, und durch Stockholm, wo die Nadel damals 75 Grad am nächsten kam. Ekebergs letzte Beobachtungen setzen zwar nur 73 Grad etwas über diese Linie; aber da diese Neigung schon weiter unten in Fayals Rhede in einem Striche gefunden worden ist, wo die übrigen Beobachtungen da herum sie 72 Grad zeigen, und da Feuillee's Beobachtungen schon vor 50 Jahren die Neigung ein wenig höher hinauf 74 Grad setzen, welche sich vermuthlich weiter herunter gezogen hat, so hat sich Wilke nicht darnach richten können. Die Linie 70 ist zwar allein durch Ekebergs beobachtete 70 und 71 bestimmt, aber zugleich so gezogen, daß sie sich nach 75 richtet, und mit ihr alle zu Paris, Basel, Berlin, Franecker, Leyden, und um die azorischen Inseln bemerkte Neigungen von 72 bis 73 Grad einschließt. Eine weitere Anleitung, diese Linien quer hinaufwärts zu ziehen, hat Wilke

theils

theils von der vermutheten Lage des magnetischen Erdpols um und über Baffinsbay, theils auch von der Uebereinstimmung mit andern Beobachtungen erhalten, als: Hudsons am Nordcap und Novazembla gefundene 84; Ekebergs 81 Gr. 15 Min. an den Färoeschen Inseln; Celsius 78 zu Torneå, und bey der Linie 65, Ozanams für Italien oder Rom angegebenen 62, welche jetzt etwas größer seyn möchte.

Muthmaßlich hat er die Linien 75, 70, 65, 60, 55 für Nordamerika in der Voraussetzung gezogen, daß Feuillee's daselbst gefundene Neigungen sich nach seiner Zeit etwa 5 Grad geändert haben. In Ermangelung gleichzeitiger Beobachtungen auf der europäischen Seite haben auch die Beobachtungen bisher keinen fernern Nutzen, als daraus mit der Zeit die Aenderung der Neigung zu erforschen, von der Wilke vermuthet, daß sie in diesen Gegenden merklich ist. Auch hat er diese Linien auf der andern Seite über einen Theil von Europa und Afrika gezogen, um Anleitung zu geben, an den Oertern, die von den Seefahrern besucht werden, genauere Beobachtungen anzustellen.

Bey den Linien, welche über dem indischen Ocean gezogen sind, wünschte Wilke eben den Grund legen zu können, wie bey den bisher beschriebenen. Allein es mangelte da an Beobachtungen, oder sie waren so unzuverlässig, daß er die Uebereinstimmung nur durch Muthmaßung suchen mußte. Beym Vorgebirge der guten Hoffnung findet sich sogleich, daß Cunninghams ältere, und Ekebergs neuere Versuche die Neigung auf der See 47 Grad angeben, da la Caille nicht weit davon sie nur 42 bis 44

gefun-

gefunden hat. Wilke vermuthet, daß die Linie 45 hier fortgeht, und hat deßwegen alle diese Beobachtungen zwischen 40 und 50 gesetzt. Diese letzte Linie beruht auf Ekebergs und la Caille's unter Afrika bemerkte 51, ist nachher bey Isle de France vorbey gezogen, wo la Caille 51 bis 53 fand, und zuletzt durch Cunninghams über Neuholland angesetzte 52, die sich aber jetzt vermuthlich tiefer herunter findet. Die Linie 55 ist durch Ekebergs $54\frac{1}{2}$ unter Madagascar, und 54 und $55\frac{1}{2}$ bey Neuholland auf der Hinreise gezogen. Ihre Krümmung hat diese Linie nach der 50 bekommen, die selbst zur Rechten nach Ekebergs gefundener 53 ein wenig weiter herunter hätte gelenkt werden sollen; aber wegen der übrigen Linien ist sie bis aufs weitere so gelassen worden. Diese beyden Linien schließen zugleich la Caille's Beobachtungen zwischen dem Cap und Isle de France in sich, wobey sein Compaß so ungleichen Ausschlag gab, der sich aber doch allemal zwischen 50 und 55 Grad erhielt. Ekebergs beyde Beobachtungen auf der Rückreise unter Madagascar, 54 und $55\frac{1}{2}$, schienen wohl der Linie 50 nahe zu kommen; da sich aber bey der Hinreise 50 tiefer herunter fand, so kommen alle diese Beobachtungen hier etwas unordentlich unter einander zu liegen, so daß Wilke nicht umhin konnte, einige derselben für fehlerhaft zu halten. Uebrigens sey glaublich genug, daß diese Linien weiter heruntergehen. Die beyden untersten Linien 60 und 65, im asiatischen Ocean, sind nur gezogen, theils Ekeberg's $62\frac{1}{2}$ zu stellen, theils einiger Maaßen zu zeigen, wie Cunningham fast in eben der Breite, aber in einer ganz andern Länge, die von ihm bemerkten erst steigenden und dann abnehmenden Neigungen hat finden können, die doch

zum

zum Theil durch den hier angenommenen Gang der Linien bestätigt werden.

Die übrigen höhern Linien 40, 30, 0, 10 und 20 beruhen auf dieser Seite nur auf Cunninghams Reise nach und um China. Die Neigungen folgen nach der Gradzahl in richtiger Ordnung nach einander; doch hat Wilke nur zum Versuche einige Linien darnach gezogen. Die Linie 40 streicht zwischen Java und Borneo fort, wo die Neigungen abwechselnd waren, von 35 bis 45 Grad. Der Meridian selbst, wo die Nadel wagrecht steht, welcher nahe unter Canton zwischen 6 Grad nordlicher und 2½ Grad südlicher Neigung hätte fortgehen sollen, ist von Wilke etwas tiefer herunter gezogen worden, weil ihm die Nähe dieser beyden Stellen nicht sowohl 8½ Grad Aenderung in der Neigung zu vertragen, als der große Abstand zwischen 2½ und den nächsten 4 Graden einige Berichtigung zu erfordern schien, die vornämlich die obern 2½ trifft. Dadurch werden alle Linien mehr gleichlaufend, und die Linie 00 kommt über die Küste von Indien zu streichen, wo Noel in 12 Grad nordlicher Breite die Nadel wagrecht gefunden hat. Auch kommen sie beym Fortziehen nach Afrika ganz wohl mit allen den übrigen an der Seite zuvor bestimmten Neigungen überein. Uebrigens fügt Wilke noch folgende allgemeine Anmerkungen zur Erläuterung seiner bisher beschriebenen Neigungscharte bey.

1. Die bisher beobachteten Neigungen liegen nicht so unordentlich unter einander, wie Einige haben vermuthen wollen, sondern sie machen vielmehr, nach der ältern Meynung, um die ganze Erde ein einziges und in guter Ordnung zusammenhangendes

Sy-

System aus. Wir finden hier, wie bey andern Magneten, eine gewisse Linie, über welcher die Neigungsnadel wagrecht ist, und also die Kräfte der Pole, von denen sie regiert wird, im Gleichgewichte sind. Dieser magnetische Neigungsmeridian, welcher den magnetischen Aequator der Erdkugel vorstellt, theilt die Erdfläche in zwey Theile, innerhalb welcher die Nadel sich auf einer Seite nach Norden, auf der andern nach Süden neigt. Nahe bey diesem Meridiane sind die Neigungen klein; sie nehmen aber mit dem Abstande davon auf beyden Seiten zu, wobey die Neigungslinien, oder die Parallelen selbst, welche ihre Größe bemerken, in natürlicher Ordnung nach einander folgen, ziemlich parallel werden, und wie concentrische Kreise um ihre Pole gehen und solche einschließen.

2. Giebt die Karte genugsam zu erkennen, daß die magnetische Abtheilung der Erde mit der geographischen nicht zusammen trifft. Der Neigungsmeridian selbst und seine Parallelen sind nicht mit dem Aequator parallel, sondern schneiden ihn an zwey oder mehr Stellen. Nach Cunninghams Beobachtungen ist dieser magnetische Meridian 1700 unweit des ersten geographischen Meridians über Ferro durch den Aequator gegangen; jetzt aber geschieht dieß östlicher, innerhalb oder ein wenig außerhalb Afrika. Auf der andern Seite folgt sowohl aus dem Gange der Linien zwischen Afrika und Amerika, als aus Feuillee's Beobachtungen auf der Westseite von Amerika, daß er nebst den übrigen Parallelen wieder im stillen Meere durch den Aequator geht, den über und unter China fortstreichenden gleichen Zahlen zu begegnen. Des Meridians größter Abstand vom Aequator im äthio-

äthiopischen Meere ist ohngefähr 15 Grad, und die Linie 30, nordlicher Neigung, berührt ihn ziemlich genau. Solcher Gestalt läßt sich die Neigung nicht aus des Ortes Länge und Breite beurtheilen, sondern sie kömmt, wie die Abweichung, nur auf die Lage der magnetischen Erdpole an, von welchen längst bekannt ist, daß sie nicht auf die geographischen fallen.

3. Dieser magnetischen Pole eigentliche Lage läßt sich durch diese unvollkommenen Versuche noch nicht genau angeben; allein es trifft doch alles so nahe mit dem, was vorhin bekannt war, zusammen, daß die Sache dadurch einen doppelten Werth erhält. Er macht es durch seine Charte wahrscheinlich, daß das ganze magnetische System nur von zweyen Polen der Erde regiert werde. Den einen Pol erfordert seine Charte nothwendig um und über Baffinsbay, welches auf einer Erdkugel noch besser in die Augen fällt. Also sey kein Zweifel, daß sich der Pol in dieser Gegend befindet. Die Neigungen nehmen nach dieser Seite zu; die Abweichungen lenken sich alle dahin, und die Seecompasse sollen, sowohl in Davitsstraße als in Hudsonsbay, oft verwirrt werden, wo man auch die größten Abweichungen findet. In ganz Asien sind die Abweichungen sehr klein, und der Meridian, der 1761 in Sibirien gefunden ward, aber vor 20 Jahren bey Nordcap und Wardhus strich, scheint sich ein wenig ostwärts zu ziehen, da die Abweichungen in Schweden, der Nordsee und Frankreich immer mehr und mehr westwärts zunehmen. Dagegen sind sie ganz klein und östlich auf der Westseite von Nordamerika, welches alles ganz wohl damit übereinstimmt, an dieser Seite den Pol zu bezeichnen. Daß sich aber noch ein anderer Magnetpol finde,

das

das sey schwer zu beweisen. Die Neigungen zeigten bisher keine Spur davon, und die Abweichungen selbst könnten ohne ihn erklärt werden, zumal da ein solcher Magnetpol in der Erdfläche nicht als ein einziger Punkt anzusehen ist, sondern als etwas, das sich weit erstreckt, und wovon alle Nadeln starke Wirkung empfinden.

Was die südlichen Pole betrifft, so lasse sich davon nichts zuverlässiges schließen, weil man von dieser Seite so wenig Beobachtungen habe. Feuillée's Beobachtungen um Südamerika gäben für diese Zeit keinen Pol unter Amerika in der Gegend zu erkennen, wo Halley seinen beweglichen amerikanischen Pol annahm. Auf der andern Seite schienen auch die zwischen Afrika und Neuholland gefundenen Neigungen sich daselbst um ihren eigenen Pol zu lenken, der ziemlich mit Halley's asiatischem übereinstimme. Wenn man aber auf einer Erdkugel die Stellung dieser Länder betrachte, und als glaublich voraussetze, daß sich die amerikanischen Linien geändert und mit den asiatischen vereinigt hätten, so werde es noch wahrscheinlicher, daß die Nadeln nur von einem einzigen Pole regiert werden, der im stillen Meere in einem der Meridiane liege, die über Afrika durch den Südpol giengen und zwischen Amerika und Neu-Seeland fortstrichen, in der Gegend, wo Euler diesen südwärts gelegenen Magnetpol gesetzt habe. Die Abweichungen ließen sich durch einen solchen Südpol hinlänglich erklären; aber sein Abstand vom geographischen Südpole sey noch sehr ungewiß. Euler setze diesen Abstand auf 30, ja auf 40 Grad, aber das stimme nach seinen Gedanken nicht mit den sehr kleinen Abweichungen überein, die sich bey Neuholland

und im ganzen stillen Meere fånden, wo vermuthlich ein Meridian streiche. Diese schienen, wie viele andere, nicht mehr als hôchstens einen Abstand von 20 Grad zuzulassen, welcher am besten durch Neigungsbeobachtungen auf dieser Seite zu bestimmen sey. Was Musschenbroek aus Noels lothrechter Nadel habe schließen wollen, daß sich ein Pol unter Madagascar befånde, werde sowohl aus neuern Neigungen als Abweichungen hinlånglich widerlegt, die beyde auf ostindischen Reisen viel grôßer ausfallen müßten, als wirklich geschehe, und Noel habe erwåhnter Maaßen hierin fehlen kônnen. Tasmans verwirrt gewordener Compaß bey Diemenslande beweise auch nicht eigentlich einen allgemeinen Pol, weil dergleichen Verwirrung allemal statt finden kônne, wenn eine Nadel über eine, oder zwischen ein Paar aufsteigende gleichartige Eisen- oder Magnetklippen komme, wovon wir in den Finnischen Scheren ein merkwürdiges Beyspiel håtten. Wir håtten daher bis jetzt keinen Grund, mehr als einen südlichen Magnetpol anzunehmen.

4. Die merkwürdige Bewegung und Verrückung der Magnetpole, und der ganzen magnetischen Abtheilung, werde mit der Zeit durch eine solche Charte großes Licht erhalten, und die seinige zeige davon schon deutliche Spuren. Daß sich an einem Orte die Neigung mit der Zeit åndere, sey aus mehreren Versuchen klar, und die Charte selbst gebe davon noch mehr Beweise. Alle åltere Beobachtungen bemerkten die Neigungen etwas hôher hinauf, als die neuern, die sich tiefer herunter gezogen zu haben schienen. Dieses zeige sich deutlich bey Feuillées Reise im atlantischen Meere, und um die Uebereinstimmung

neuer

neuerer und älterer Beobachtungen zu zeigen, hat Wilke mit einigen punktirten Zeichen Ekebergs und Feuillée's Stellen für die Neigungen 65, 60, 55 Grad zusammengezogen, woraus man sieht, daß die Linien wohl in diesem Striche, wegen des großen Abstandes zwischen den Standpunkten, diesen Gang vertragen; daß sie aber höher hinauf und tiefer herunter durch ungeschickte Durchschnitte das übrige System verderben würden, welches geschehe, wenn man annähme, daß Feuillée's Neigungen in diesen 56 Jahren ohngefähr 5 Grad zugenommen hätten. Dieses zeige sich noch deutlicher weiter herunter an der Südseite des Aequators, wenn man da Feuillée's und la Caille's Reisen verfolge; aber Feuillée's Neigungen fielen alle höher hinauf. Hiebey sey es merkwürdig, daß dieser Unterschied nach und nach abnehme, je weiter man herunter komme, und endlich in einigen und 30 Graden südlicher Breite ganz aufhöre, wo beyde fast auf einer Stelle die Neigung 35 bis 36 Grad gefunden hätten. Eben so verhalte es sich mit Cunningham's Beobachtungen auf dieser Seite, seine Neigungen fielen etwas unordentlich mit den übrigen zusammen, lägen aber alle höher hinauf, welches wieder um das Cap aufhöre, wo diese ältesten Beobachtungen mit den neuesten nahe zusammen fielen. Im asiatischen Meere treffe man auch dergleichen Aenderungen an. Cunningham's daselbst gefundene Neigungen seyen überall etwas größer, als Ekeberg's, und dürften sich nun weiter nach dem Südpole herunter gerückt finden, welches bey Neuholland durch die daselbst gefundene 53 wahrscheinlich werde.

De la Caille's Beobachtungen seyen in der Zeit nicht so weit von Ekeberg's entfernt, kämen auch damit fast überall vortrefflich überein; doch aber sey zu bemerken, daß sie die Neigungen ein wenig höher hinauf setzten, als Ekeberg sie später gefunden habe. Wenn sich nun dieses allein an einigen Stellen zeigte, so ließe sich daraus nichts schließen, aber da es während der ganzen Reise geschehe, bey den Versuchen ungleicher Beobachter zutreffe, und die Aenderung sich nach der Länge der Zeit richte, die zwischen den Beobachtungen verflossen sey, so könne man sich nicht enthalten, es für eine reine Folge anzusehen und für einen Beweis anzunehmen: daß sich die Neigung wirklich ändere, und die ganze magnetische Abweichung verrucke. Diese Verruckung scheine nach dem erwähnten sowohl südwärts als etwas ostwärts hinaus zu geschehen, woraus wieder folgen würde, daß z. B. der nordliche Magnetpol, dem Halley eine Bewegung von Osten nach Westen zuschrieb, sich auf die entgegengesetzte Art verrucke, von Westen nach Osten; zugleich aber schief beym Erdpole, ein wenig herunter nach dem Aequator zu, vorbey gehe. Davon könne es herrühren, daß sich die Neigung in den Oertern Europens, welche gegen des Pols Wege lothrecht lägen, eine Zeitlang wenig ändere, während doch die Abweichung ansehnlich zunehme; daß eben die Neigungen, weil sich der Pol nähere, schneller auf der nordamerikanischen Seite zunähmen, und alle Neigungslinien sich weiter hin gegen den Aequator verrückten; daß der Neigungsmeridian selbst, wo die Nadel wagrecht steht, ebenfalls südwärts fortrücke, und solchergestalt alle nordliche Neigungen zunähmen, aber die südlichen abnähmen u. d. gl. m. Die Beobachtungen seyen nicht

zulänglich, etwas von dem südlichen Magnetpole zu sagen. Die Abnahme der Neigung bey Neuholland scheine nur anzugeben, daß sich derselbe an dieser Seite unten fortziehe; und ihre Beständigkeit zwischen Rio Janeiro und dem Cap gebe Anlaß, zu vermuthen, daß sein Weg den Südpol schief vorbeygehe, dem nordlichen Magnetpole entgegen, auf eine Art, die an diesen Orten die Nadel in ihrem Gleichgewichte und gleichem Stande erhalten könne.

Ein solches Zusammenrucken der Pole sey an sich selbst eine natürliche Folge von Halley's sinnreicher Hypothese, daß die Erde die unbeweglichen Pole in ihrer Rinde habe; die beweglichen aber in einem innern freyen Magnetkerne zu finden seyen. Wenn sich dieses so verhalte, und die Stellungen der Magnetnadeln bewiesen, daß sowohl die beyden nördlichen als die beyden südlichen Pole von einer Art sind, so müßten auch die nördlichen und südlichen, als entgegengesetzte Pole, einander zurücktreiben, sich aber nach und nach gegen die auf der andern Seite befindlichen freundschaftlichen Pole ziehen. Daraus folge, daß sich der innere Magnetkern drehe, bis die freundschaftlichen Pole zusammen kämen, da die Bewegung aufhöre, aber zugleich der äußerliche Magnetismus verschwinde oder geschwächt werde. Sollte der Magnetismus der Erdkugel, nach der Meynung der Neuern, nur auf dem innern mit zwey Polen versehenen Magnetkerne beruhen, so könnten dessen Pole wohl nicht zusammenrucken; aber die in der Erdrinde befindlichen Eisenerze könnten doch ein solches Drehen des innern Magnets veranlassen, da wir täglich sähen, daß dergleichen Erze durch Reisen und Verwitterung geschickt würden, die magnetische Kraft

 anzu-

anzunehmen, und selbst Magnete zu werden. Wir könnten uns wenigstens auf diese Art eine natürliche Ursache vorstellen, woher die so gewisse als wunderbare Aenderung des Magnetsystems rühre.

Endlich wünscht Wilke noch, daß Seereisende zur Verbesserung seiner entworfenen Neigungscharte mehrere Beobachtungen anstellen möchten. Schon einige wenige Reisende, welche solche Beobachtungen sorgfältig sammleten, würden viel dabey ausrichten können. Auf Seereisen aus Europa nach Archangel, Grönland, Hudsonsbay und Cayenne könnten beträchtliche Erläuterungen erhalten werden, eben so wären Beobachtungen auf einer Reise nach der Levante nöthig. Ostindienfahrer hätten erwünschte Gelegenheit, den Zustand um ganz Afrika zu erfahren, und im indischen Meere müßten die Neigungen auf dem Wege nach China mit denen verglichen werden, die man auf dem Wege nach Persien oder den malabarischen Küsten finde. Seefahrende hätten wirklich Ursache, sich hiemit zu beschäftigen, denn die Absicht hiebey sey nicht bloß gelehrte Neugierde, sondern die Schifffahrt erhalte dadurch selbst einen neuen Grad der Vollkommenheit. Seefahrende könnten nicht ohne Compaß seyn, der Compaß werde ohne gute Abweichungscharten unnütz, diese erforderten Kenntnisse von der magnetischen Abtheilung der Erdkugel, und diese werde am besten durch die Neigung erlangt. Diese Neigungscharten, wenn sie einmal zu Stande gekommen wären, würden unmittelbar den Seefahrenden nützen, ihre Länge und Breite auf offener See zu finden. Man bediene sich schon dazu mit Vortheil der magnetischen Abweichungen, die sich viel weniger änderten und viel unbeständiger wären, als die Neigungen.

gen. Ekeberg habe auf seiner ganzen Reise keine größere Unterschiede der Abweichung gefunden, als 27 Grad, aber die Neigungsnadel habe wenigstens 136 Grade ihres Kreises durchlaufen. An vielen Stellen, z. B. zwischen Afrika und Amerika, ändere sich diese Nadel auch so schnell, daß oft 3 bis 4 Grade auf einen Grad der Breite kommen, also ließe sich daraus oft die Breite mit Nutzen finden, zumal bey trübem Himmel. Der Neigungscompaß habe vor allen übrigen Methoden den Vortheil, daß man dazu weder heitern Himmel noch Rechnung brauche, sondern der Nadelstand selbst innerhalb der Cajüte auf der Charte zeige, wo man sich auf dem Meere befinde. Er werde auch der beste Rathgeber in manchen andern Fällen seyn, wo andere Compasse verführerisch wären, z. B. in der Nähe von Magnetbergen. Des Instruments gegenwärtige Unvollkommenheiten müßten die Anstellungen solcher Beobachtungen nicht hindern, zumal da ihnen nichts anders mangle, als nur die allergrößte Richtigkeit, die man noch einige Zeit entbehren könne, wenn man lieber weniger fehlerhafte Beobachtungen, als gar keine haben wolle. Die Seefahrenden vertraueten täglich Leib und Gut dem Abweichungscompasse, welcher größtentheils noch nicht die Vollkommenheit besitze, die eine gute Neigungsnadel jetzt schon erhalten könne.

Tobias Mayer leitete nach seiner oben angeführten Theorie Größen der Neigungen für verschiedene Orte der Erde her, welche von den wirklich beobachteten nicht sehr verschieden sind. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 19′ nördlich, für das Cap der guten Hoffnung 42° 47′ südlich; da man sie am ersten Orte 73° nördlich, am letztern

41°

41° 44' südlich gefunden hat — eine Uebereinstimmung, die bey den unvollkommenen Beobachtungen, welche Mayer vor sich hatte, immer bewundernswürdig bleibt.

Wirkung des Magnetismus auf den thierischen Körper.

Nach Kircher's [a]) Bericht haben schon Galen, Dioscorides und Avicenna dem Magnet eine Kraft zugeschrieben, die dicken Säfte im menschlichen Körper zu verbessern, Kröpfe zu heilen und Nervenschmerzen zu lindern. Auch berichtet der P. Dentrecolles [b]), daß man den Magnet in China besonders zur Heilung der Geschwulst anwende. Man streue nämlich über die Geschwulst Eisenfeilstaub, nähere demselben einen Magnet, und hebe dadurch die Ursache der Krankheit. Uebrigens vermuthet Dentrecolles noch, daß der Magnet einige Wirkungen gegen das Gift besitze, er überläßt seine Vermuthung aber dem Urtheile der Naturforscher.

Im Jahr 1765 wurde in einer öffentlichen Zeitung angeführt, daß ein ausübender Arzt zu Göttingen, Glarick, mit Hülfe des Magnets Zahnschmerzen geheilt habe. Dieß bewog dem Herrn d'Arquier zu Toulouse [c]), mehrere Erfahrungen hierüber zu machen. Schon am 12ten Sept. 1765 heilte er wirklich auf diese Art die Zahnschmerzen einer Frau, indem

a) Magnes f. de arte magnetica. Col. Agrip. 1643. 4.

b) Lettres édifiantes et curieuses, écrites des Missions étrangères par quelques Missionaires de la Compagnie de Jesus. XXIV. recueil. à Paris. 1739. 12.

c) Lettre sur la proprieté de l'aiman pour guérir les maux de dents im Journal des savans. an. 1767. Novemb. 143. seq.

dem er den Nordpol eines armirten kleinen Magneten, ohngefähr 1 Cubikzoll groß, anwandte; nach 7 bis 8 Minuten empfand die Frau einen geringen Frost, und die Schmerzen ließen nach. Auf dieselbe Art wurde auch eine andere Weibsperson von sehr heftigen Zahnschmerzen geheilt; diese fühlte sogleich nach der Anwendung des Nordpols eine sehr lebhafte Kälte und eine besondere Bewegung, so daß es ihr vorkam, als wenn in dem Zahne etwas außerordentlich unruhig wäre. Er führt noch mehrere Erfahrungen an, die er bey Zahnschmerzen an verschiedenen Personen sowohl mit armirten als künstlichen Magneten gemacht hat, und welche alle von dem glücklichsten Erfolge waren. Uebrigens waren die Heilungsarten wenig verschieden; eine längere oder kürzere Anwendung des Magnetismus, ein schnelles oder langsames Aufhören der Schmerzen, und die Empfindung von einer größern oder geringern Kälte war alles, was sich hiebey vorzüglich zeigte. Bey der Anwendung des Magnets hatte er allemal den Kranken eine solche Stellung annehmen lassen, daß er im magnetischen Meridian mit dem Gesicht gegen Norden sich befand; allein er glaubt, daß dieß kein wesentlicher Umstand zur Heilung sey. Zu Ende des Jun. 1766 hatte er nämlich zwey Personen von Zahnschmerzen geheilt, welche beyde eine einander gerade entgegengesetzte Stellung hatten, obgleich einer und der nämliche Pol des Magneten angewandt ward. Oft gebrauchte er ein Mittel, welches auf die Heilung der Zahnschmerzen eine stärkere Wirkung zu haben schien. Dieß bestand darin, daß er zwey, drey auch vier Magnetstäbe in gerader Linie so mit einander verband, daß der Nordpol des einen Stabes am schmerzhaften Zahn sich befand, und am Südpol desselben der Nordpol des andern Stabes an-

gebracht ward, und so wechselsweise fort mit den übrigen Stäben; übrigens trug er Sorge, daß die gerade Linie, in welcher diese Magnetstäbe lagen, sich in der magnetischen Axe befand. Durch dieses Mittel war er im Stande, oft auch solche Schmerzen an Zähnen zu heilen, welche der Anwendung von einem einzigen Magnetstabe widerstanden.

Meynungen über die Ursache des Magnetismus.

Ohne Zweifel haben die Figuren, welche der Feilstaub oder kleine feine eiserne Nädelchen auf Glas bey untergelegtem Magnet annehmen, viel dazu beygetragen, die Systeme der Wirbel, die man seit Cartesius Zeiten annahm, um die Phänomene am Magnet zu erklären, in Ansehen zu erhalten. Allein Musschenbroek [d]) erklärt sie schon sehr richtig auf folgende Art: wenn man nämlich den einen Pol eines Magnets unter ein solches kleines Nädelchen bringt, so legt sich dieses auf der Fläche des Magnets senkrecht an, und es erhält an beyden Enden Polarität, so daß das eine Ende, welches mit dem Magneten contiguig ist, eine dem Pole des Magnets entgegengesetzte Polarität besitzt; das andere Ende des Nädelchens wird also von demselben Pole des Magnets abgestoßen. Würde aber das kleine eiserne Nädelchen mehr gegen den andern Pol des Magnets gebracht, so würde es nun in eine schiefe Lage kommen, weil nun auch dieser Pol auf das Nädelchen wirkt. Beym Aequator des Magnets, wo der eine Pol des Magnets eben so stark als der andere auf das Nädelchen wirkt, wird es mit der Axe des Magnets völlig parallel liegen. Sind nun mehrere Eisentheilchen vorhanden, so wird jedes derselben magnetisch; sie hängen sich

dem

d) Diss. de magnete p. 119.

demnach mit ihren ungleichnahmigen Polen an einander, und bilden Reihen, welche natürlich in krummen Linien um den Magnet liegen, und daher zu ihrer Erklärung gar keines um den Magnet strömenden Wirbels bedürfen.

Indessen haben doch lange nach Musschenbroek mehrere Naturforscher die Wirbel des Cartesius um den Magnet zu vertheidigen gesucht. Du Fay vertheidigte Dalancé's Hypothese (Th. III. S. 555. f.), und nahm an, daß die aus dem Südpole der Erde strömende Materie in den Südpol des Magnets eingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerstand der Luft umgelenkt zum Südpole zurückkehre, auch daß die Fasern des Eisens bey senkrechter Stellung eines Stabes durch ihre Schwere, oder Hämmern u. d. gl. in die gehörige Richtung kämen, woraus er den von Vallemont und Reaumür endeckten ursprünglichen Magnetismus erklärt. Noch vollständiger wurde dieß durch die Herren Euler, du Tour, auch Johann und Daniel Bernoulli [e]) ausgeführt, als die Pariser Akademie die Preisfragen für 1744 und 1746 auf diesen Gegenstand gerichtet hatte.

Euler [f]) bemerkt zuerst, daß man alle magnetische Erscheinungen von einer doppelten Ursache herleiten müsse; nämlich theils aus dem innern Baue des Magnets und theils von einer Materie außerhalb dem-sel-

e) Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l'Acad. des scienc. Tom. V.

f) Opuscul. Tom. III. continens novam theoriam magnetis praemio condecorat. 1744. Berol. 1751. 4.

selben. Was die innere Beschaffenheit des Magnets betrifft, so könne diese bloß in einer gewissen Form der Poren liegen, welche der subtilen Materie den freyen Durchgang entweder verstatteten oder versagten; sie müßten daher eine solche Einrichtung haben, daß sie der Materie nicht allenthalben einen freyen Durchgang verstatten, sondern bloß nach einer gewissen Richtung. Deßwegen bildeten sich Durchgänge oder Canäle, welche unter sich parallel sind, und welche die feine Materie nach einer Richtung frey durchließen, nach der gerade entgegengesetzten Richtung aber verschlössen. Zu diesem Ende nimmt er Klappen an, welche den Rückweg verschließen, und welche wahrscheinlich aus den feinsten Fasern bestehen. Zwischen dem Magnet und dem Eisen setzt er bloß folgenden Unterschied, daß die Durchgänge in jenem völlig regelmäßig, in diesem aber, so lange demselben der Magnetismus noch nicht mitgetheilt worden ist, in keiner solchen Ordnung zusammengestellt sind, daß sie die feine Materie ungehindert durchließen. Für die magnetische Materie nimmt er die feinern Theile des Aethers an, welche sich mit den übrigen gröbern Theilen nicht ohne Schwierigkeit vereinigen können. Wegen der äußersten Elasticität dieser Materie dringt sie in den einen Pol des Magneten ein, strömt aus dem andern hervor, und wird hier, da sie nicht wieder zurück kann, durch den Widerstand des gröbern Aethers in einem einfachen Wirbel nach den vorigen Pol zurückgetrieben. Dieß dauert so lange, bis sich beyde Arten des Aethers nach und nach wieder vermischt haben. Die Erde selbst ist wegen der großen Menge Eisen und Magnet, die sie in sich faßt, mit ähnlichen Gängen erfüllt, und so mußte sich um sie ein großer Wirbel bilden. — Bey dieser Hypothese ist zwar die Luft entbehrlich;

aber es ist immer sehr gewagt, den Aether, von welchem man keine Erfahrungen hat, noch in zwey Sorten von verschiedener Feinheit zu sondern. Uebrigens müßte der Erdwirbel den Wirbel des Magnets beständig stören. — Euler entscheidet nicht, aus welchem Pole der Erde der Aether komme, und in welchen er gehe. Nimmt man nun an, er komme von dem einen Pole, so muß er die Geschwindigkeit des aus dem Magnet von dem andern Pole her zurückkehrenden Aethers vermindern. Kömmt er aber von dem andern Pole, so wird er entweder die Stellung des Magnets umkehren, und die vorige Schwierigkeit wiederbringen, oder es wird sonderbar bleiben, daß er von diesem Pole herkömmt, und doch von dem ersten einströmt. Ueberdem bleibt es beym einfachen Wirbel unbegreiflich, wie beyde Pole ein unmagnetisches Eisen mit gleicher Stärke und Geschwindigkeit anziehen können. Endlich bestimmt Euler selbst, daß nach seiner Hypothese die gerade Figur die geschickteste zu starken Magneten seyn müsse, da doch der Erfahrung gemäß die hufförmigen Magnete den geraden Stäben an Stärke nichts nachgeben.

Auch du Tour nimmt den einfachen Wirbel und eben den klappenartigen Bau der Canäle des Eisens an, scheint aber die Schwierigkeit wegen der Störung und gehinderten Bewegung des Wirbels mehr gefühlt zu haben. Er legt daher den Fasern des Eisens eine Kraft bey, die Oeffnungen zu erweitern und zu verengern, und läßt dadurch die magnetische Materie während des Durchgangs immer neue Stöße erhalten, die ihr mehr Geschwindigkeit mittheilen, als ihr der widerstehende Strom auf dem Rückwege nehmen kann. Uebrigens erklärt du Tour die Entstehung des Wirbels aus dem Widerstande der Luft,

 ohne

ohne sich an die Versuche im luftleeren Raume zu kehren.

Daniel und Johann Bernoulli hingegen nehmen den doppelten Wirbel des Descartes an, und legen deßhalb in das Eisen Canäle von doppelter Art, wie (fig. 14.) ab und cd, deren Klappen sich nach entgegengesetzten Seiten öffnen. Die Fasern sind elastisch, und drucken, wenn sie in schwingende Bewegung gerathen, die magnetische Materie aus den zwischen ihnen befindlichen Räumen durch die Klappen heraus. Die Elasticität der Materie selbst, welche in der innern Bewegung der Theile besteht, wird beym Durchgange durch so enge Röhren gehemmt, und die Bewegung in eine bloß fortgehende verwandelt; beym Rückgange zum andern Pol aber kehrt diese Elasticität nach und nach wieder zurück. Die Herren Bernoulli erklären hieraus zwar sehr ungezwungen die mancherley magnetischen Erscheinungen; allein die Hypothese kann schwerlich mit sich bestehen. Brugmanns [g]) bestreitet überhaupt die Systeme der Wirbel mit Gründen, welchen schwerlich etwas gleich starkes wird entgegengesetzt werden können. Durch den magnetischen Wirbel kann kein stählernes Rad umgetrieben werden, wie es durch den elektrischen Strom möglich ist, und ein schwimmender Magnet wird weder gen Süden noch gen Norden fortgetrieben.

Aepinus [h]) nimmt, um die magnetischen Erscheinungen zu erklären, so wie Franklin bey der Elek-

g) Philos. Versuche. S. 99. f.

h) Sermo academ. de similitudine vis elect. et magn. Petrop. 1758. 4. übers. im Hamb. Magaz. B. XXII. S. 227, imgl. Tentam. theoriae electric. et magnetis. Petrop. 1759. 4.

Elektricität, nur eine einzige magnetische Materie an. Die Elementartheilchen dieser Materie stoßen einander ab, und werden dagegen von den Elementartheilen des Eisens und aller eisenhaltigen Massen angezogen. Andere vom Eisen verschiedene Substanzen und die magnetische Materie wirken gar nicht in einander. Eisen hat mit den für sich elektrischen Körpern die Aehnlichkeit, daß die magnetische Materie sich darin nicht ganz ungehindert fortbewegt, und könnte also in dieser Rücksicht eine für sich magnetische Materie heißen; dagegen giebt es keine magnetische Leiter in dem Sinne, daß solche Substanzen die magnetische Materie anziehen und zugleich frey durchlassen sollten. Es erfolgen also die magnetischen Erscheinungen bloß aus dem Ueberfluß oder Mangel der natürlichen Menge der magnetischen Materie, und es giebt einen positiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreisen, in welcher die Vertheilung nach eben den Gesetzen, wie bey der Elektricität, statt findet. Mittheilung des Magnetismus ist aber nicht vorhanden, weil es keine Leiter giebt; im Eisen selbst aber, besonders im weichen, heben sich Mangel und Ueberfluß wieder auf, und stellen das natürliche Gleichgewicht wieder her.

Gegen dieses System von einer einzigen magnetischen Flüssigkeit hat man eben die Gründe, wie gegen die Behauptung Einer elektrischen Materie, eingewendet, und Wilke und Brugmanns haben daher lieber zwey besondere magnetische Materien annehmen wollen. Der erstere giebt ihnen den Namen der positiven und negativen. Die gleichartigen Materien ziehen sich an, die entgegengesetzten stoßen sich ab. Es sey z. B. fig. 15. eine Nadel oder ein Stückchen Eisen, das die magnetische Grundmaterie enthält. Des Magnets

nets eines Ende a sey mit einer der magnetischen Materie erfüllt, z. B. der positiven, die den Nordpol ausmache; so wird des Eisens negative Materie nach a gezogen, aber ihre positive nach b getrieben. Indem sie sich also von einander trennen, so entsteht bey a ein Südpol, und bey b ein Nordpol im Eisen. Wird der Magnet weggenommen, so fließen beyde Materien im Eisen zusammen, und die Polarität würde verschwinden, wofern sie sich nicht etwas langsam durch das Eisen bewegte, und jede an ihrem Ende zurückgehalten würde. Je langsamer sie zusammenfließen, desto beständiger wird die Polarität, besonders im Stahle, welcher davon ein wirklicher Magnet wird [i]).

Brugmanns nennt die beyden magnetischen Materien die nördliche und südliche, und seine Ausdrücke überhaupt sind etwas mehr hypothetisch. Das Anziehen der ungleichnamigen Pole z. B. erklärt er daraus, daß sich die nördliche Materie an einem Pole mit der südlichen am andern ins Gleichgewicht setzt, daher die Elasticität der umgebenden Materie die Magnete zusammentreibt.

i) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. d. deutsch. Uebers.

Tab. I.

10.

m c n a

f

m

t

k

n e

g

d 11.

c h

k m

12.

l n b g

d h

13.

k m

b g

l n

d h

14.

a

c

15.

a b